



Máster en Ingeniería de Diseño de Producto

Trabajo Fin de Máster

Diseño de una plataforma web para el
seguimiento de pacientes a través de datos
recogidos con pulseras de actividad

Web platform design for monitoring patients
through data collected with smartbands

Autor

Sergio Yanot Navarro

Director

Raquel Lacuesta Gilaberte

Titulación del autor

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
2020

Resumen

Diseño de una plataforma web para el seguimiento de pacientes a través de datos recogidos con pulseras de actividad

La mHealth está emergiendo rápidamente como un medio importante para el control de enfermedades crónicas, que son la principal causa de muerte e incapacidad del mundo. Además, la necesidad de repensar las estructuras tradicionales de los servicios de salud y las posibilidades del uso mixto de los wearables y las apps para ayudar a mejorar la calidad de vida de la gente, han motivado la realización de este estudio piloto.

En este contexto, el proyecto actual presenta el diseño de la interfaz, diseño gráfico y testeo del prototipo funcional de una nueva aplicación móvil Android de mHealth para el seguimiento integral y monitorización de pacientes crónicos llamada Tuende. Esta monitorización se lleva a cabo a través de la combinación de datos recogidos con pulseras de actividad compatibles con Google Fit e información subjetiva de la percepción de la enfermedad aportada por el paciente. Este rasgo diferenciador con el resto de aplicaciones del mercado posibilita que el paciente tome una parte activa en su cuidado, involucrándose en su tratamiento, lo que favorece una mejor adaptación a este. Además, toda esta información permite a los profesionales sanitarios poder ofrecer una atención personalizada, ajustando los tratamientos según las necesidades de cada paciente.

Algunas de las funciones más relevantes que la plataforma incorpora son: la interacción social entre usuarios de la aplicación que, junto con el uso de las mecánicas de gamificación por desafíos, ayudará al paciente a estar motivado en el uso de la plataforma, sin percibir las tareas como una obligación, y la comunicación telemática entre el paciente y el personal sanitario, ofreciendo una alternativa más eficiente y asequible de los servicios de atención sanitaria.

El proceso de diseño centrado en el usuario a través de la evaluación de las iteraciones del prototipo ha permitido desarrollar una plataforma intuitiva, fácil de usar y accesible a cualquier usuario que sepa manejar un dispositivo móvil con cierta soltura, como indican los resultados de los test con usuarios.

Índice

0 Resumen	2
1 Introducción	4
1.1 Introducción	4
1.2 Alcance y objetivos del proyecto	5
1.3 Metodología	6
2 Trabajos relacionados	7
3 La aplicación Tuende	8
3.1 Introducción	8
3.2 Requisitos	8
3.3 Google Fit y Android	9
3.4 Pulseras de actividad	10
3.5 Diseño gráfico	11
3.6 Interfaz de usuario de Tuende	12
4 Evaluación y validación con usuarios	22
5 Resultados y discusión	23
6 Conclusiones y trabajo futuro	24
6.1 Conclusiones	24
6.2 Trabajo futuro	25
7 Bibliografía	26

1 Introducción

1.1 Introducción

Las enfermedades crónicas son la principal causa de muerte e incapacidad en el mundo [1]. Son enfermedades de larga duración, casi siempre incurables y de progresión generalmente lenta. Las de mayor prevalencia a nivel mundial son las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y la diabetes¹, aunque esto no indica que las que no aparecen en este listado tengan menor relevancia.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), las principales causas de muerte por grupos de enfermedades en el año 2018 en España fueron: en primer lugar, el grupo de enfermedades del sistema circulatorio (enfermedades isquémicas del corazón: infarto, angina de pecho, etc. y enfermedades cerebrovasculares) con el 28,3% del total y una tasa de 258,6 fallecidos por cada 100.000 habitantes; seguida de los tumores (los responsables de la mayor mortalidad fueron el cáncer de bronquios y pulmón, el cáncer de colon y el de mama) con el 26,4% del total y una tasa de 241,2 fallecidos por 100.000 habitantes; y de las enfermedades del sistema respiratorio, con el 12,6% y una tasa de 114,9 fallecidos por 100.000 habitantes. Entre la población española de más de 15 años de edad hay un 64,2% de personas con alguna enfermedad o problema de salud crónicos [2], porcentaje que aumenta a medida que avanza la edad.

La mayoría de estas muertes ocurren en países en desarrollo y, en muchos de los casos, las enfermedades que las generaron son tratables o incluso evitables. Un gran porcentaje de la población mundial no lleva un estilo de vida saludable, el exceso de alcohol, grasas, tabaco, estrés y la falta de actividad física contribuyen a incrementar el riesgo de padecerlas o agravarlas [3]. Afortunadamente, con el tiempo, las personas se han vuelto más conscientes de estos riesgos y han tomado medidas para evitar estos problemas.

Con respecto a la ciencia y la tecnología, esto es una circunstancia que no pasa desapercibida. De hecho, gracias a la ciencia médica, se sabe que una rutina de actividad física minimiza los factores de riesgo y, por lo tanto, la probabilidad de sufrir algunos de estos problemas [4]. En materia de tecnología, gran parte de la población mundial tiene a su disposición cientos de instrumentos y herramientas que promueven la actividad física y un estilo de vida saludable. Algunas de estas herramientas podrían ser las pulseras de actividad² o smartbands, relojes inteligentes, calzado deportivo con GPS incorporado o cualquier dispositivo no intrusivo que un usuario pueda llevar puesto. Este tipo de “tecnología vestible” conocida como wereables, son un conjunto de aparatos y dispositivos electrónicos que se incorporan en algunas partes del cuerpo interactuando de forma continua con el usuario y con otros dispositivos para realizar una función específica [5-6]. Se han vuelto particularmente útiles en los campos de la medicina y la salud [7-8], ya que, además de promover el movimiento, también miden varios parámetros³ como los pasos dados cada día, la presión arterial, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca (FC), actividad eléctrica del corazón, saturación de oxígeno en la sangre, variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), calidad del sueño, etc [9].

En los últimos años, Internet ha pasado por varias fases: la primera se centró en la información, mientras que la segunda estaba centrada en la gente. Sin embargo, diferentes investigadores predicen que se está produciendo una nueva fase, y que esta década será la del Internet of Things (IoT) [10-11-12]. Esto ha provocado un aumento considerable del uso de wereables aplicados en el campo de la salud [13-14] que utilizarán big data y se conectarán a la red para intercambiar datos entre sí. Aunque todavía hay pocos estudios que corroboran las ventajas de la aplicación de los wereables en este sector [15-16], el uso mixto entre estos dispositivos electrónicos con las aplicaciones móviles (apps) puede ser especialmente útil para seguir la evolución de los síntomas, sirviendo como apoyo a la telemedicina con un monitoreo remoto y ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas. En consecuencia, los usuarios también podrán vigilar y acceder más fácilmente a la información relativa a su salud, con el objetivo de que los médicos puedan prevenir las enfermedades y ayudar a los pacientes, reuniendo evidencias y datos objetivos para el tratamiento de sus enfermedades [17].

Hoy en día, las apps de salud relacionadas con IoT son muy populares y suelen basarse en ejercicios físicos, control de la dieta y estilo de vida saludable. Entre las aplicaciones más comunes encontramos que las apps pueden geolocalizar personas perdidas con deterioro neurodegenerativo, cotejar los resultados informados por los pacientes y las medidas de experiencia comunicadas por estos (PROMs y PREMs), evaluar automáticamente de forma temprana los síntomas de algunas enfermedades, y mantener un registro de las emociones [18].

Los wereables junto con las apps son algunos de los pilares de la investigación de mHealth [19], entendiendo

¹ En el Anexo 8.1.4 se incluye una explicación más extensa de la sintomatología típica de cada una de estas enfermedades crónicas.

² A lo largo del documento también me refiero a las pulseras de actividad como pulseras deportivas, pulseras inteligentes o pulseras de seguimiento.

³ Todos los parámetros medibles estudiados se incluyen en el Anexo 8.1.3.

mHealth como la prestación de servicios e información de salud a través de tecnologías móviles e inalámbricas [20], que se incluye dentro del conjunto de la eHealth. El término eHealth tiene muchas definiciones y puede cubrir una amplia gama de tecnologías que incluyen computadoras, telefonía y comunicaciones inalámbricas para brindar acceso a proveedores de atención médica y consumidores. La Organización Mundial de la Salud [21] considera la eHealth como un término genérico, que incluye cuatro componentes distintos pero relacionados: la salud móvil (mHealth); los sistemas de información de salud, que incluyen los registros electrónicos de pacientes y sistemas administrativos; la telemedicina, entendida como la prestación de servicios de salud a distancia, pudiendo utilizarse para la comunicación interprofesional, la comunicación con el paciente y la consulta remota; y la educación a distancia (eLearning) como formación en formato electrónico para profesionales de la salud.

Ciertas investigaciones muestran que la mHealth está emergiendo rápidamente como un medio importante para el control del cáncer y otras enfermedades crónicas [22], y se prevee que los avances en eHealth sean mayores tras las nuevas necesidades generadas por la situación vivida en todo el mundo con la pandemia del COVID-19. La mHealth ofrece la posibilidad de brindar servicios de atención médica eficientes y asequibles a poblaciones con una gran cantidad de pacientes tanto a nivel local como mundial. En particular, tiene el potencial de reducir la disparidad socioeconómica, reducir los costos mediante una arquitectura de monitorización continua con *wereables* [23] y aliviar la carga de las enfermedades crónicas.

1.2 Alcance y objetivos del proyecto

La necesidad de repensar las estructuras tradicionales de los servicios de salud y las posibilidades del uso mixto de los *wereables* y las apps para ayudar a mejorar la calidad de vida de la gente, han motivado la realización de este proyecto. En este contexto, el proyecto actual propone el diseño de una nueva aplicación móvil que permita el seguimiento y monitorización de pacientes de enfermedades crónicas a través de datos recogidos con pulseras deportivas, para ofrecer una atención integral al paciente y maximizar los beneficios de los tratamientos personalizados. Se trata de un estudio piloto propuesto por la directora del proyecto Raquel Lacuesta Gilaberte, que será utilizado como aportación a las investigaciones de su grupo de investigación en interfaces avanzadas (Affectivelab) y al Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón (IIS), que ya trabajan con temas relacionados.

Los objetivos del proyecto, guiados en cierto modo por los requisitos iniciales, son diseñar la interfaz de una aplicación móvil Android de mHealth a través del desarrollo de un prototipo funcional, que incluirá el diseño de la imagen gráfica de la plataforma, adecuándola a los diferentes usuarios y el entorno de aplicación del producto. Los *wereables* que se usarán para esta aplicación son las pulseras de actividad compatibles con la librería de Google Fit. Se han elegido las pulseras deportivas porque, debido a su coste, son accesibles para gran parte de la población y, dependiendo de las preferencias y necesidades de los usuarios, muchos de ellos prefieren usar el dispositivo inalámbrico más cómodo y pequeño, además de que son difíciles de dañar, apenas necesitan ser cargados y no necesitan limpiarse con frecuencia [4]. Teniendo también en cuenta que las pulseras inteligentes pueden monitorear la actividad física durante el día, rastrear la actividad del corazón para asegurar que el paciente mantiene el ritmo cardíaco en un rango saludable y sin riesgos, y comprobar los patrones del sueño para asegurar el descanso adecuado entre otras características [18]. Recientemente, se está explorando el uso de sensores⁴ para monitorear y proporcionar retroalimentación a pacientes y proveedores de atención médica [22].

En la investigación específica del cáncer, ciertos estudios preliminares sugieren que las aplicaciones de mHealth son bien acogidas y pueden ser eficaces [23-24-25]. Sin embargo, en la práctica, puede resultar difícil encontrar aplicaciones de actividad física de buena calidad y que el usuario mantenga el compromiso con ellas. Hay cientos de apps relacionadas con la actividad física disponibles en las tiendas de aplicaciones⁵, que varían considerablemente en su enfoque y calidad general [26]. En este proyecto, al tratarse de una aplicación para el seguimiento y monitorización de pacientes, su aplicabilidad será mucho más útil en el caso de enfermedades y tratamientos de mayor duración, por eso se ha decidido trabajar con las enfermedades crónicas. Además, al haber tal cantidad de enfermedades y sintomatología diferentes [27], para que la obtención de resultados sea más o menos fiable, el usuario tipo al que va dirigida debe acotarse, sin llegar a ser muy específica, con el objetivo de que sea una aplicación más versátil.

Las enfermedades crónicas no deberían ser simplemente tratadas por un médico, sino por un equipo multidisciplinar en el que el paciente juega un papel fundamental. Según la iniciativa en Asistencia de Enfermedades

⁴ En el Anexo 8.1.3 se incluye un breve análisis de algunos de los sensores que incorporan las pulseras de actividad.

⁵ En el Anexo 8.1.1 se incluye un estado del arte de las aplicaciones relacionadas con la actividad física del mercado.

Crónicas del British Columbia, Canadá [28], el cuidado sanitario puede ser proporcionado de forma más efectiva y eficiente si los pacientes con enfermedades crónicas toman un papel activo en su propio cuidado y los profesionales sanitarios son apoyados con los recursos y la experiencia suficientes para ayudar a sus pacientes a manejar su enfermedad de la mejor manera posible. Es por esto, que se pretende diseñar una aplicación que combine los parámetros objetivos recogidos por los wearables con los datos subjetivos aportados por el usuario de la aplicación, para que así, los médicos tengan información mucho más completa para ofrecer un mejor tratamiento y que los pacientes sean una parte activa de este. Con parámetros subjetivos⁶ se refiere a la información que no puede ser medida por los sensores de las pulseras inteligentes referente a sensaciones físicas, sensitivas o emocionales, como por ejemplo el dolor, que únicamente pueden ser evaluadas por el propio usuario, y por lo tanto, deberán ser introducidas de forma manual en la aplicación por el paciente. A estos parámetros se les conoce como PROMs⁷ (Patient Reported Outcome Measures).

1.3 Metodología

Se debe tener en cuenta que las intervenciones de mHealth proporcionan una plataforma innovadora para brindar atención de apoyo, pero que desconocemos como los pacientes con enfermedades crónicas se enfrentan a desafíos importantes durante el curso de su tratamiento médico, luchando con complicaciones en los aspectos físico, psicológico, social, etc. Para crear una intervención de mHealth exitosa, la aportación y la retroalimentación de estos usuarios es esencial. Por ello, para la creación del prototipo se ha recurrido a un proceso de cocreación, en el que los usuarios potenciales colaboran en el diseño, dictando la función y el enfoque de la aplicación. Se ha seguido una metodología de diseño centrada en el usuario (UCD). Se trata de un proceso de diseño iterativo que implica buscar e incorporar activamente la retroalimentación de los usuarios para asegurar que las herramientas se desarrollen con una comprensión completa de sus necesidades y requisitos [29].

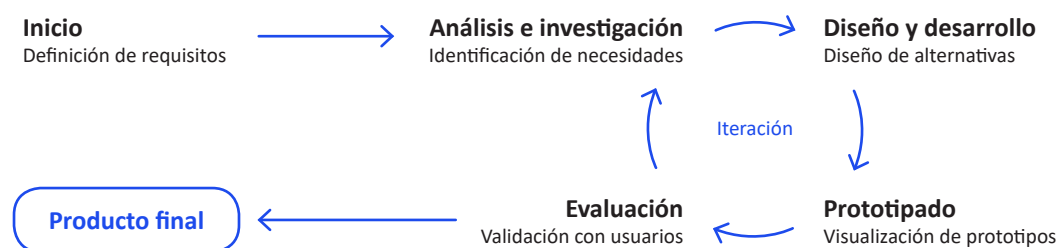


Figura 1. Esquema del proceso de diseño iterativo de la metodología UCD aplicado en el proyecto.

La primera tarea ha sido identificar los usuarios potenciales a través de un mapa de agentes (pacientes con enfermedades crónicas, familiares y personal sanitario) y conocer sus necesidades específicas. Para ello, se llevaron a cabo entrevistas personales con dos pacientes con cáncer, uno con diabetes y sus familiares cercanos, un médico y una enfermera, que junto con la investigación online, determinaron las características clave y las funciones prioritarias de la app. Esto también sirvió para conocer la opinión de los usuarios en cuanto a la aceptación de estos dispositivos según su uso médico y la prevención de futuras enfermedades, ya que, actualmente, hay pocas investigaciones que se centren en este problema de estudio [30]. La fase de desarrollo iterativo de los prototipos abarcó dos ciclos de retroalimentación de wireframes con focus groups reducidos en los que participaron dos enfermos crónicos, un familiar y un profesional sanitario. Durante la evaluación del prototipo de alta fidelidad los usuarios pudieron probar y evaluar la aplicación antes de presentar el producto final, lo que permitió ver cómo los participantes utilizan la aplicación y percibir qué problemas pueden experimentar en cuanto a la facilidad de uso. Este proceso iterativo ha permitido mantener el foco del desarrollo en los usuarios, asegurando que el producto final sea una app de mHealth útil, que satisfaga sus necesidades en la mayor medida posible.

Al tratarse del diseño de una nueva aplicación, tras la fase de investigación, se desarrolló un producto con las funciones mínimas para garantizar la inclusión de todas las características principales y poder ir añadiendo poco a poco otras funciones según el feedback recibido por parte de los usuarios. Para algunas de las interacciones se han

⁶ En el Anexo 8.1.3 se incluyen los parámetros subjetivos que se tendrán en cuenta durante el desarrollo del proyecto.

⁷ La Agencia Europea del Medicamento (EMA) en el 2005 aceptó como PROM: "Cualquier resultado en salud evaluado directamente por el paciente y basado en la percepción del paciente de su enfermedad y tratamiento".

tenido en cuenta otras aplicaciones del mercado similares, ya que hay ciertos legados y deudas de la experiencia previa de los usuarios que es recomendable mantener. La estructura que se ha seguido para la construcción de la app se rige por las directrices de la metodología “Writing-first Design”, que en este caso ha consistido en definir primero el diseño lógico de la aplicación, después el diseño físico y antes de la evaluación de las iteraciones con usuarios, desarrollar un diseño visual atractivo de la interfaz que favorezca el uso de la app.

El trabajo actual está organizado de la siguiente manera: la Sección 2 analiza los trabajos relacionados sobre los que se apoya. La Sección 3 describe la aplicación completa y los aspectos más importantes para comprender su funcionamiento. La Sección 4 incluye la evaluación con usuarios para validar el enfoque actual. La Sección 5 indica y discute los principales resultados, y la última sección menciona las conclusiones del proyecto y describe algunas líneas de investigación futuras.

2 Trabajos relacionados

La comunidad de investigadores participa activamente en los temas tratados en este proyecto. Se pueden encontrar aplicaciones específicas para monitorizar pacientes con cáncer o diabetes en adolescentes y adultos jóvenes como “Kræftværket” [31] o “Young with diabetes” [32]. También hay apps específicas para la medición de parámetros subjetivos como el dolor, según escalas propias validadas por profesionales, como “Manage my pain” [33]. Y aunque las aplicaciones no suelen estar centradas en las emociones del usuario, existen varios estudios [34-35] que destacan la relación en la detección de emociones con distintos tipos de parámetros medibles, como la VFC o la actividad electrodérmica (EDA). Todas estas apps tienen una función y usuarios concretos, los datos son introducidos manualmente, y ninguna de ellas incluye datos recogidos con wearables. Las que sí utilizan los datos recogidos por las pulseras deportivas son apps de actividad física como Google Fit [36], Fitbit [37], Mi Fit [38], etc.

Se han analizado con más detenimiento algunos de los estudios y aplicaciones relacionados con eHealth desarrollados por los grupos de investigación en los que participa la directora del proyecto Raquel Lacuesta, debido a que este trabajo sigue alguna de las líneas de investigación propuestas en estos estudios, y la accesibilidad a ellos. González-Lardero et al. [4] presentaron un proyecto cuyo principal objetivo consistía en reducir la cantidad de veces que una pulsera inteligente mide la FC para ahorrar energía en las comunicaciones, sin reducir significativamente la utilidad de una aplicación de monitoreo de pacientes con enfermedades cardíacas. En el estudio evaluaron los datos de sensores de FC recopilados durante más de tres meses por medio de una pulsera de actividad Sony 2, una Fit API para almacenar datos y Android para gestionarlos. Otro proyecto de Lacuesta et al. [39] fue el desarrollo de la app Close2U, una aplicación pensada para mejorar el seguimiento y la motivación del paciente en su uso mediante la gamificación. Aplicaron la mecánica y la dinámica del juego para atraer al paciente y hacer menos tediosa la forma de ingresar datos de salud regularmente en la aplicación, además de generar beneficios motivadores. Gamificación es el término que se refiere al uso de elementos de videojuegos en sistemas que no son de juego, con el fin de obtener una mejor experiencia de usuario (UX), mejorar la concentración, el esfuerzo y la lealtad, estableciendo una estrategia para influir y motivar a los usuarios [40]. Ha habido un interés considerable en aplicar la gamificación en la industria de la eHealth debido, en cierta medida, a la desigualdad en el acceso a los recursos sanitarios y la falta de adherencia al tratamiento [41]. Aunque la gamificación se utiliza cada vez más en las intervenciones, la evidencia sobre su efectividad sigue siendo escasa [42], sin embargo, Johnson [43] muestra resultados en los que varios estudios encontraron evidencia de que las aplicaciones con gamificación orientadas a la salud sí mejoraban directamente el bienestar de los participantes. En uno de los proyectos del grupo de investigación Affective Lab en colaboración con la Asociación Española Contra el Cáncer (AECC), se ha desarrollado una aplicación para el seguimiento integral de pacientes oncológicos, centrándose sobre todo en la medición del dolor y las sensaciones que este produce en el usuario por medio de la recopilación de PROMs, con el objetivo de poder ofrecer tratamientos personalizados y maximizar los beneficios de estos ajustándolos a los efectos y reacciones.

En conclusión, se observa que puede ser interesante aplicar estrategias de gamificación para ayudar a los pacientes a involucrarse más con la aplicación y brindar una mejor experiencia, haciendo que las tareas sean menos tediosas y no se vean como una carga, que junto con la medición de los datos subjetivos de los PROMs y los objetivos recogidos por las pulseras de actividad, ayudarán a los médicos a mejorar el tratamiento para el paciente. Además, una correcta implementación de las estrategias de gamificación permitirá también generar un ambiente social de participación entre pacientes, familiares o usuarios en situaciones similares.

3 La aplicación Tuende

3.1 Introducción

Tuende es una aplicación móvil categorizada dentro del sector de mHealth que permite el seguimiento integral y la monitorización de pacientes con enfermedades crónicas a través de datos recogidos con pulseras de actividad compatibles con la librería de Google Fit, que, combinados con los datos basados en la percepción del paciente insertados manualmente en la aplicación, permiten a los profesionales sanitarios tener una información más completa para poder ofrecer una atención personalizada, ajustando los tratamientos a sus necesidades. Con el uso de esta aplicación, el usuario toma un papel activo en su propio cuidado, además de facilitar la comunicación telemática directa con el equipo médico, posibilitando la evolución a servicios de atención médica más asequibles y eficientes, cada vez más demandados por las necesidades generadas de situaciones como las vividas con la pandemia del COVID-19.

En este apartado se muestran las características que es necesario entender y desarrollar antes de diseñar las interfaces finales del prototipo, y los requisitos de la aplicación definidos tras contrastar los resultados de las fases de investigación, combinados con las conclusiones extraídas de las entrevistas con pacientes, sus familiares y personal sanitario. Como se ha comentado en la metodología, se ha seguido un proceso de diseño iterativo centrado en el usuario, por lo que a lo largo del desarrollo de la aplicación se realizaron adaptaciones y cambios para llegar hasta el prototipo final.

3.2 Requisitos

La edad es uno de los principales factores de riesgo en la mayoría de enfermedades crónicas, ya que aparecen con mayor frecuencia en usuarios de edades más avanzadas. Por ejemplo, en el caso del cáncer, según el Instituto Nacional del Cáncer [44], más del 80% de los nuevos casos se recogen en personas entre 45 y 84 años, siendo el rango más afectado entre 55 y 74 años de edad. Esto sitúa al usuario tipo de la aplicación en una persona adulta de entre 45 y 65 años, capaz de manejar y entender las aplicaciones móviles táctiles y los wearables con cierta facilidad, interesado en formar parte activamente en su tratamiento. Eso sí, sin dejar fuera a otro tipo de usuarios más jóvenes o de edades avanzadas que también puedan padecer estas enfermedades. El enfocar el diseño a este rango de edad, sin dejar de ser una aplicación versátil y utilizada por otros como se ha comentado, ha determinado alguno de los requisitos más específicos para el diseño de la aplicación, relacionados sobre todo con el aspecto visual, la legibilidad y usabilidad de la plataforma.

Los pacientes podrán personalizar la aplicación, decidiendo que dispositivos quieren vincular y los parámetros que desean medir, siempre y cuando sean admitidos por la aplicación, así como seleccionar que notificaciones desean recibir. Todos estos datos registrados serán accesibles y editables en todo momento por parte del paciente y del equipo médico encargado de su seguimiento. La característica de hacer personalizable e individual la aplicación, permitirá involucrar directamente al paciente en su cuidado, ofreciendo programas adaptados a sus objetivos y necesidades.

Se aplicarán las mecánicas de gamificación de metas, desafíos, progresos y de interacción social [45] para motivar y ayudar a los pacientes a involucrarse más con la aplicación y brindar una mejor experiencia. Se posibilitará la creación de objetivos diarios, para, además de llevar un estilo de vida más saludable, obtener recompensas e insignias ficticias a modo de logros. Según Marczewski [46], estas estrategias de gamificación irían más enfocadas a usuarios competitivos, triunfadores y socializadores. Se pretende también generar un ambiente social de participación entre pacientes, familiares u otros usuarios en situaciones similares a través de la creación de retos y la posibilidad de participar en otros creados por la comunidad de usuarios y amigos. La intención es que los usuarios interactúen y cooperen entre ellos para apoyarse y sentirse mejor.

Al tratar datos personales se debe garantizar la seguridad y privacidad de esta información, por lo que las interacciones entre usuarios desconocidos, como las participaciones en eventos, serán anónimas, solo pudiendo hablar de forma directa y compartir información con los contactos del chat de amigos y el personal sanitario.

Los datos recogidos por la aplicación podrán ser utilizados con fines médicos para posibles investigaciones futuras, recurriendo a la gestión del big data.

Los pacientes dispondrán de un chat propio en la aplicación para compartir mensajes y archivos con sus amigos y contactos y poder tener una relación más personal, rápida y directa con el equipo médico encargado

del seguimiento del paciente. En este chat se podrá compartir información bidireccional entre el médico y el paciente, incluso pudiendo realizar videollamadas entre ambos para llevar a cabo consultas telemáticamente. Las videollamadas solo estarán disponibles para el personal sanitario, así como la capacidad de restringir cierta información y notificaciones, ya que la aplicación debe ser usada con fines médicos.

La aplicación también contará con un calendario editable de eventos al que tendrá acceso tanto el paciente como el médico para registrar citas, recordatorios de medicación, comentarios u otro tipo de actividades.

Para el registro de PROMs y parámetros subjetivos, se optará por un diario del dolor en el que, a través de un cuestionario se evaluará la localización del dolor, su intensidad y tipología, cómo es, qué cree el paciente que ha podido provocarlo, añadir comentarios y cómo se siente. Cada vez que se complete el cuestionario se registrará la información y se podrá acceder a ella en cualquier momento. Todas las actividades hasta ahora propuestas, como los cuestionarios, son opcionales, ya que no se pretende que el paciente se sienta obligado a la realización de estas tareas.

El usuario dispondrá de toda la información recopilada ese mismo día en una sola pantalla, pudiendo acceder a los detalles de esta en cualquier momento. La información se almacenará cronológicamente, permitiendo así comparar y ver los registros de cada uno de los días.

Para el diseño de la interfaz, la visualización de los datos y las interacciones entre pantallas se seguirán jerarquías visuales y funcionales, basadas en los principios de Gestalt, las 10 reglas heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen y el diseño inclusivo, con el objetivo de desarrollar una aplicación fácil de usar e intuitiva.

El diseño visual y la estética de la aplicación son fundamentales para lograr una buena usabilidad, por lo que se recurrirá a colores asociados con el sector al que va dedicada (salud), con el objetivo de transmitir los valores del mismo, como la seriedad, pulcritud y profesionalidad. Debido al principal rango de edad al que va dirigido, el tamaño de letra y los diferentes elementos de las pantallas deberán ser reconocibles por los usuarios, ya que, como se ha podido observar en los análisis, pueden llegar a tener dificultades en la visualización de textos con bajos contrastes y transparencias o con tamaños de letra muy pequeños.

3.3 Google Fit y Android

El primero de los requisitos iniciales del proyecto, impuesto por las posibilidades actuales del grupo de investigación de la directora del trabajo, es que los wearables vinculados a la aplicación deben ser compatibles con Google Fit. Esto se debe a que los desarrolladores del grupo de investigación no tienen acceso directo a los datos extraídos de las pulseras deportivas ni tampoco a las APIs⁸ (Application Programming Interface) oficiales de los desarrolladores de estos wearables. Es por esto que los datos del usuario se extraen de una manera diferente. Cuando la pulsera de actividad mide, los datos se envían a la nube de Google. Para acceder a estos datos, se debe utilizar la API de Google Fit, que sí que está disponible y, para administrarla, se debe implementar una aplicación de Android.

Google Fit es una plataforma que permite a los desarrolladores gestionar los datos de actividades físicas de los usuarios de forma eficaz. Estos datos son las mediciones de los wearables y los insertados por el usuario relativos al peso, la altura, el número de pasos, la frecuencia cardíaca, etc. Los desarrolladores, en nombre de los usuarios, pueden grabar, almacenar y leer sus datos de fitness desde un repositorio en Google Cloud. Los dos componentes clave para gestionar correctamente los datos son la nube y la API de Android Fitness⁹. Estas APIs permiten el acceso a datos de varias fuentes diferentes: cualquier aplicación instalada en el dispositivo o de desarrollo propio, cualquier sensor local dentro del dispositivo y las fuentes remotas, como las aplicaciones de actividad física específicas, sensores instalados en cualquier otro dispositivo o wearables como las pulseras deportivas [4]. La función principal de la nube es almacenar todos los datos que la smartband puede proporcionar, pero no se puede elegir qué datos se almacenarán, ya que esta decisión es administrada por la propia pulsera y la API de Google Fit. Sin embargo, sí pueden elegirse qué datos se descargan, sin necesidad de descargar datos inútiles para la aplicación.

Con la aplicación de este sistema, que queda fuera del alcance del proyecto, Tuende podrá extraer los datos para mostrarlos en su interfaz, gestionarlos y analizarlos, además de poder descargar información de otros wearables y aplicaciones que sean compatibles con Google Fit, como pueden ser Nike Training Club, Runkeeper, Strava o las aplicaciones que utilizan pulseras de Xiaomi. En la Figura 2 puede verse una descripción simplificada del enfoque descrito en este párrafo.

⁸ Una API o Interfaz de programación de aplicaciones es un conjunto de procedimientos y funciones creados para permitir el acceso al backend de aplicaciones de terceros con el fin de reutilizar servicios ya creados.

⁹ Esta API es parte del servicio de Google Play y está incluida en el Kit de Desarrollo de Software de Android (SDK - Software Development Kit).



Figura 2. Esquema del proceso de adquisición de datos de las pulseras deportivas y aplicaciones de actividad física a través de Google Fit.

Que la aplicación deba ser diseñada para ser usada en Android, aunque luego pueda ser adaptada a otros sistemas operativos, es el segundo de los requisitos iniciales. Por ello, Tuende se ha diseñado siguiendo las directrices del Material Design¹⁰ para Android desarrollado por Google [46-47].

3.4 Pulseras de actividad

Como se explica en el punto anterior, solo se podrán descargar datos de pulseras de actividad vinculadas a aplicaciones que sean compatibles con Google Fit. En el caso concreto de este proyecto, se han hecho pruebas en un paciente de 53 años con cáncer durante dos meses con la pulsera inteligente Mi Band 3 de Xiaomi, ya que es una de las más populares y económicas del mercado a las que se tenía acceso. El objetivo de esta prueba fue ver la aceptación por parte del sujeto de este tipo de dispositivos, su manejo de la aplicación asociada y observar como se recogían y almacenaban los datos. Además de su popularidad y su precio asequible, este wereable y su aplicación móvil son compatibles con la API de Google Fit, lo que puede ser favorable de cara a futuras investigaciones en poblaciones más amplias.

Este dispositivo cuenta con un sensor de frecuencia cardiaca PPG¹¹ y acelerómetro de 3 ejes. Se trata de un wereable muy sencillo, cómodo de llevar, impermeable y con una gran autonomía de la batería. El sensor de FC mide las pulsaciones del usuario cuando este lo desea y le muestra la información en el propio dispositivo, luego, la pulsera envía datos a la nube mediante conexión a Internet. No es necesario que el sensor esté siempre cerca del móvil, el sensor puede almacenar datos y, cuando el móvil está cerca, por medio de conexión Bluetooth, envía los datos a la aplicación, donde se pueden visualizar toda la información almacenada. Además de la FC, también es posible medir el número de pasos, registrar diferentes actividades deportivas como correr o andar en bici, llevar un control del sueño y registrar parámetros físicos como el peso y la altura del usuario.

La monitorización de la FC permite notificar cuando las pulsaciones están fuera del rango normal, es decir, cuando se puede sufrir un problema relacionado con el corazón. En situaciones como el infarto de miocardio o la taquicardia, uno de los síntomas comunes es una FC alta en estado de reposo, y actuar a tiempo puede significar salvar una vida. Aunque la FC no es el único factor que cubre todas las enfermedades, puede ayudar a predecir la muerte cardiovascular en pacientes de edad avanzada y personas con otros tipos de características [48].

Tuende será capaz de llevar un registro de todos los datos a los que tenga acceso dependiendo de los sensores de las pulseras de actividad vinculadas y la capacidad de las aplicaciones específicas compatibles con la API de Google Fit. De momento, en el prototipo final que se muestra a continuación tan solo se han incluido los parámetros medibles por la pulsera Mi Band 3 de Xiaomi, así como otros que pueden ser introducidos de forma manual por el paciente. Aunque será posible seleccionar qué datos se quieren almacenar y ver cuales de estos están disponibles según los dispositivos vinculados. Es fundamental intentar lograr la recopilación de la mayor cantidad de información del paciente para que el médico pueda evaluar todos los posibles factores influyentes en su evolución.

¹⁰ Material Design es una normativa de diseño desarrollada por Google enfocada en la visualización del sistema operativo Android en cualquier plataforma.

¹¹ En el anexo 8.1.3 se incluye más información acerca de este tipo de sensor y otros de los sensores más comunes estudiados.

3.5 Diseño gráfico

Como se ha comentado en puntos anteriores, el aspecto visual y la apariencia de la aplicación es un punto fundamental en temas relacionados con la usabilidad de la interfaz, pero una buena imagen de marca, también ayudará a que el producto sea fácilmente reconocible, posibilitando la diferenciación con el resto de apps móviles del mercado, adecuándose a los diferentes usuarios y al entorno de uso del producto.

Para el nombre de la aplicación se ha optado por “Tuende”, que significa “Vamos” (“Let’s go”) en suajili. Esta nomenclatura pretende reflejar la actitud activa de la aplicación, promoviendo y animando al usuario a la realización de actividad física y a que se involucre y tome acción en su propio cuidado.

La marca se compone de un imagotipo principal formado por un símbolo y un logotipo con una tipografía personalizada. Ambos pueden funcionar por separado dependiendo de la aplicación gráfica a la que vaya dirigida. Además, se ha diseñado un imagotipo secundario para aplicaciones más específicas, consiguiendo así una marca muy versátil, adaptable a cualquier formato. El símbolo está formado por la unión de dos corazones que dan lugar a una cruz griega redondeada, que es el símbolo por experiencia de la salud a nivel mundial, apareciendo en trazo y ligeramente inclinada para dar un aspecto más cercano y dinámico. La construcción del símbolo puede incluso evocar una tirita, percepción que se ha valorado y que encaja con el carácter de la marca. Esta ligera inclinación también aparece en las letras “e” de la tipografía y en el corte de la letra “t” que inicia el nombre que forman el logotipo, como se aprecia en la Figura 3. Se ha optado por una tipografía sin serifa, en minúsculas y con cierto grosor para dar sensación de cercanía, estabilidad y sencillez.

Para la elección de colores se ha optado por el predominio de los neutros, sobre todo el blanco, junto con un color corporativo principal de resalte. Este color es el azul que se muestra en la Figura 3, color por excelencia en el sector de la salud, pero un azul más oscuro, con un matiz e iluminación diferentes a las que estamos acostumbrados, para darle un rasgo más característico y diferenciador a toda la identidad de la marca, incluyendo la interfaz de la aplicación. Por lo tanto, la paleta de colores de Tuende quedaría marcada por el predominio de fondos blancos y textos en negro y matices en el azul del color principal o alguno de sus derivados. Por el momento, la mayoría de aplicaciones de la marca serán en formato digital, por lo que se trabajará con el espacio sRGB, aunque se han obtenido las equivalencias en otros espacios para futuras aplicaciones en otros soportes.

Tanto el diseño del icono, la elección y personalización de la tipografía del logotipo, los colores seleccionados y el diseño de la interfaz de la aplicación, pretenden transmitir sencillez, pulcritud y profesionalidad, así como los valores asociados al sector de la salud desde una perspectiva más innovadora, ya que se trata de una aplicación móvil de mHealth, un sector con gran progresión que evoluciona día a día, sin dejar de lado la percepción que los usuarios a los que va dirigida la aplicación puedan tener de la marca¹².

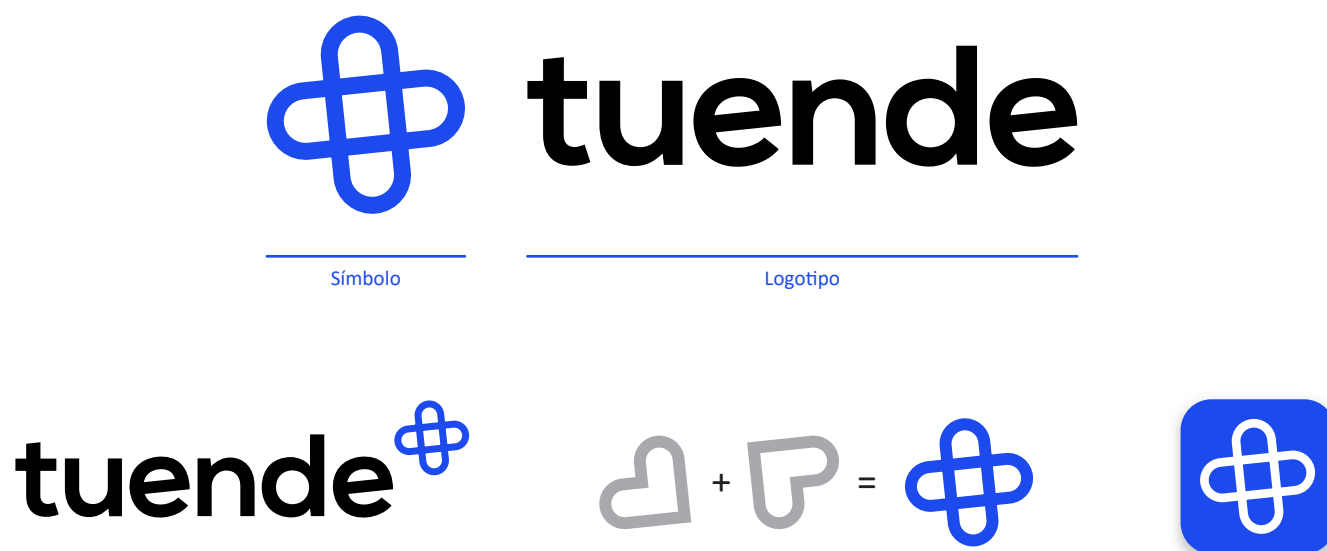


Figura 3. Diseño gráfico de la marca Tuende. En primer lugar se muestra el imagotipo principal, compuesto por el símbolo y el logotipo. En la segunda línea, en este orden se pueden ver el imagotipo secundario, la construcción del símbolo y el icono de la aplicación para Google Play.

¹² En el Anexo 8.2 se incluyen más aplicaciones de la marca Tuende.

3.6 Interfaz de usuario

Teniendo en cuenta todas las especificaciones y requisitos de diseño y usabilidad extraídos de las fases de investigación y de la evaluación iterativa de los wireframes y los prototipos de baja fidelidad con usuarios, se ha desarrollado un prototipo final que se presenta a continuación. Este prototipo de alta fidelidad se ha evaluado previamente con usuarios a través de un test de usabilidad personalizado para detectar nuevos problemas de uso, interacción, errores del contenido o las transiciones entre pantallas y poder corregirlos en el desarrollo final.

El diseño se ha realizado en Figma, una de las aplicaciones más populares del momento para diseñar interfaces, además de por su capacidad de diseño de componentes vectoriales y que permite la colaboración en vivo, porque se pueden crear prototipos, pudiendo establecer conexiones y puntos de acceso en el diseño para simular cómo un usuario navegaría a través de la interfaz, aspecto muy útil para este proyecto. De cara a un desarrollo completo de la plataforma como un producto real, Figma puede generar códigos SVG, CSS, iOS y Android a partir del diseño de las pantallas y el prototipo, lo que facilitará la tarea de los programadores de backend del grupo de investigación.

A continuación se muestran las pantallas más representativas con una breve explicación de sus funcionalidades y componentes de la última versión del prototipo resultado de este trabajo. Si se quiere probar y ver el resultado final del prototipo y todas las pantallas, se puede acceder a través del siguiente link:

<https://www.figma.com/proto/b0TY7XHE2DqwYsZK22L3UP/Aplicaci%C3%B3n-TFM?node-id=18%3A338&scaling=scale-down>

Como se ha comentado anteriormente, al tratarse de una aplicación Android, para que esta sea reconocible como tal, se han tenido en cuenta las directrices del Material Design de Android en el diseño de las pantallas. En todo el prototipo se ha utilizado la tipografía Poppins en diferentes tamaños, colores y grosores para dar unidad al aspecto visual del contenido. Se han utilizado los iconos de la biblioteca de componentes de Material Design y un tamaño de pantalla de 360x640 píxeles, el recomendado para Android, ya que puede adaptarse a la mayoría de tamaños de pantallas de los dispositivos móviles actuales sin limitarse al diseñar para uno específico. Además, se han incluido transiciones entre las diferentes pantallas para dar una sensación más real del prototipo y favorecer la usabilidad.

- **Inicio de la aplicación**

La primera de las pantallas al abrir la aplicación es la de bienvenida, conocida como splash screen, que incluye el logotipo de la aplicación, como se muestra en la Figura 4 (a). Esta pantalla aparece durante unos segundos mientras se inicia la aplicación y se retira por si misma para pasar a la pantalla de inicio de sesión que se muestra en la Figura 4 (b).

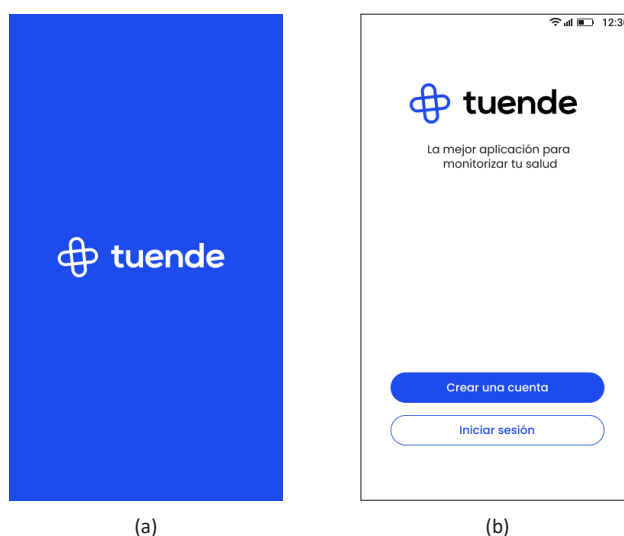


Figura 4. Pantallas del inicio de sesión: (a) Splash screen e (b) Inicio de sesión.

En la pantalla de inicio de sesión de la Figura 4 (b) el usuario tiene dos opciones; en caso de ser un nuevo usuario, será necesario que cree una nueva cuenta y se registre en la aplicación, para lo que tendrá que insertar su correo electrónico y contraseña y aceptar los Acuerdos de Software y la Política de privacidad de la aplicación como se muestra en la Figura 5 (a). Estos términos de privacidad son un formalismo que hay que cumplir, ya que se le solicita al paciente poder recopilar sus datos médicos y de actividad física de forma anónima para futuras investigaciones médicas. En caso de que el paciente ya tenga creada una cuenta, podrá iniciar sesión directamente insertando los datos que se piden en la pantalla de la Figura 5 (b). Una vez se inicie sesión, o el usuario se haya registrado por completo, al abrir la aplicación las siguientes veces, este paso se omitirá accediendo directamente a la pantalla principal, a no ser que se cierre sesión o se conecte desde otro dispositivo.

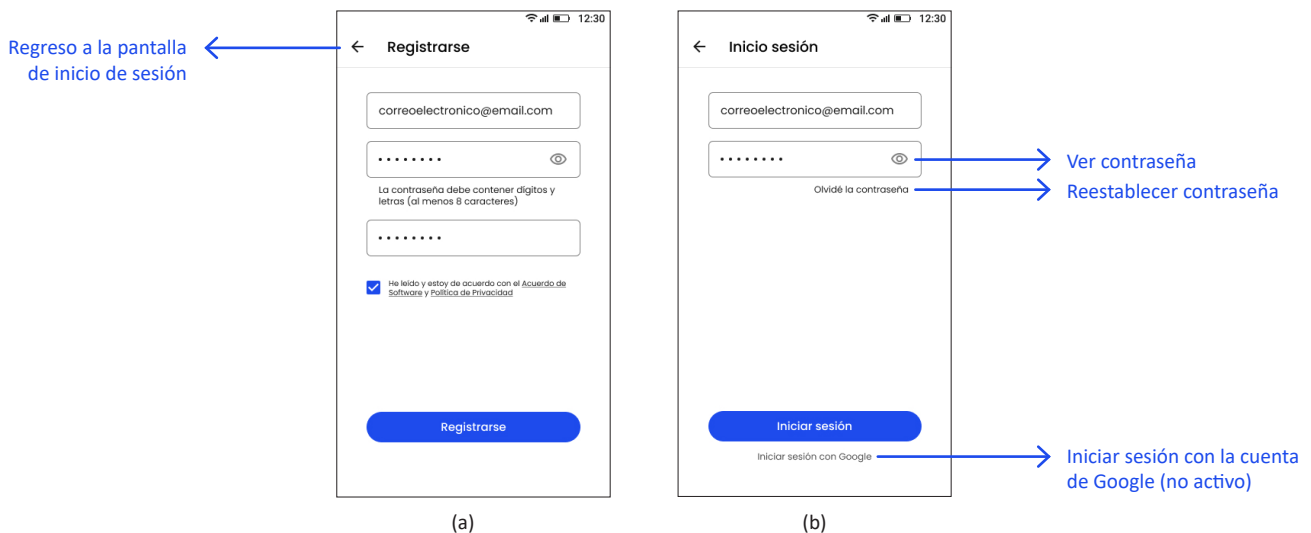


Figura 5. Pantallas del inicio de sesión: (a) Registro de un usuario nuevo y (b) Inicio de sesión de un usuario con cuenta.

En el caso del usuario de nuevo registro, para crear una cuenta será necesario que este cumplimente la información de su perfil antes de comenzar a utilizar la aplicación y acceder a la pantalla principal. Estos pasos, una vez completados, podrán ser editados desde el perfil del paciente y la configuración de la aplicación. En caso de necesitar ayuda, esta tarea puede llevarse a cabo en la consulta presencial con ayuda de los médicos, ya que conocerán como funciona la aplicación, y así evitar que los pacientes comiencen con una visión negativa de Tuende, que podría afectar a su utilidad.

Los pasos, cuyas pantallas se muestran en la Figura 6, son los siguientes:

- **Acerca de ti (a):** el usuario debe introducir sus datos personales, de contacto y medidas corporales como el peso y la altura para poder ajustar el tratamiento a sus necesidades.

- **Vincular dispositivos (b):** el usuario puede seleccionar que dispositivos quiere vincular con la aplicación para la recogida de datos, siempre y cuando estos sean compatibles con Google Fit. Este paso puede ser omitido en caso de que solo se quiera obtener información de otras aplicaciones específicas que ya recogen sus propios datos, aunque no es lo recomendable, ya que la información obtenida con la pulsera será mucho más completa si se combina con estos.

- **Mediciones (c):** el paciente, junto con las recomendaciones del médico, puede seleccionar que parámetros desea medir para llevar su seguimiento. En este punto solo aparecerán activos los parámetros disponibles según la capacidad de los wearables, en concreto la pulsera inteligente, conectados con la app. En el caso del prototipo de Tuende, solo están disponibles los parámetros medibles por la pulsera Mi Band 3 de Xiaomi y la hidratación, en la que el usuario introduce los datos manualmente.

- **Permitir notificaciones (d):** el usuario puede elegir si quiere recibir alertas y recordatorios de las diferentes secciones de la aplicación.



Figura 6. Creación de cuenta y registro de nuevo usuario: (a) Acerca de ti, (b) Vincular dispositivos, (c) Mediciones y (d) Permitir notificaciones.

• Pantalla principal

Tras iniciar sesión o registrarse, se pasa directamente a la pantalla principal desde donde se puede acceder a todas las funciones que tiene Tuende. Se ha diseñado con la intención de que sea lo más intuitiva posible, mostrando los datos registrados en el día actual destacados en el centro de la pantalla, pudiendo acceder a información más detallada y otras funciones tras pulsar en cada uno de ellos. Además, en la esquina superior derecha se puede encontrar el perfil de usuario del paciente, donde puede editar su información personal introducida anteriormente y acceder a la configuración. En la barra de navegación inferior se incluyen los accesos a las funciones principales de la aplicación: el calendario de eventos, un diario del dolor para el registro de parámetros subjetivos, un apartado de logros donde visualizar y definir los objetivos de actividad, unirse y crear nuevos retos y el chat de la aplicación para comunicarse con amigos y el personal médico directamente. Esta barra de navegación se mantiene fija en cada una de las funciones principales, pudiéndose así desplazarse entre ellas en cualquier momento. La pantalla principal se muestra en la Figura 7.

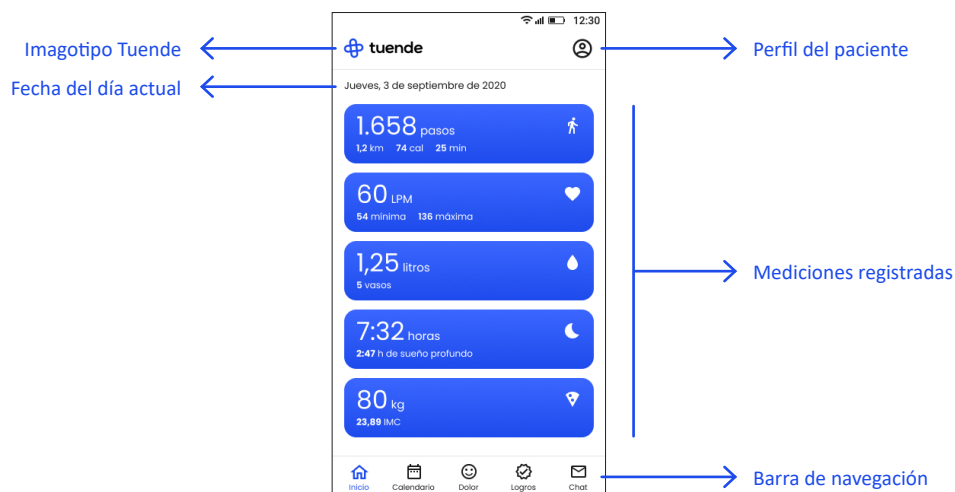


Figura 7. Pantalla principal de Tuende.

• Perfil del paciente

Desde el perfil del usuario se pueden consultar y editar sus datos personales en cualquier momento, además de añadir una foto de perfil para que sea reconocido más fácilmente por sus contactos del chat. Desde esta pantalla, que se muestra en la Figura 8 (a), se puede acceder a la configuración de la aplicación, donde el usuario puede realizar las diferentes acciones que se ven en la pantalla de la Figura 8 (b). Para el prototipo, las acciones “Términos de uso”, “Política de privacidad” y “Contacta con nosotros” no están activas ya que no se consideraban pantallas clave para la validación en los tests de usabilidad con usuarios.

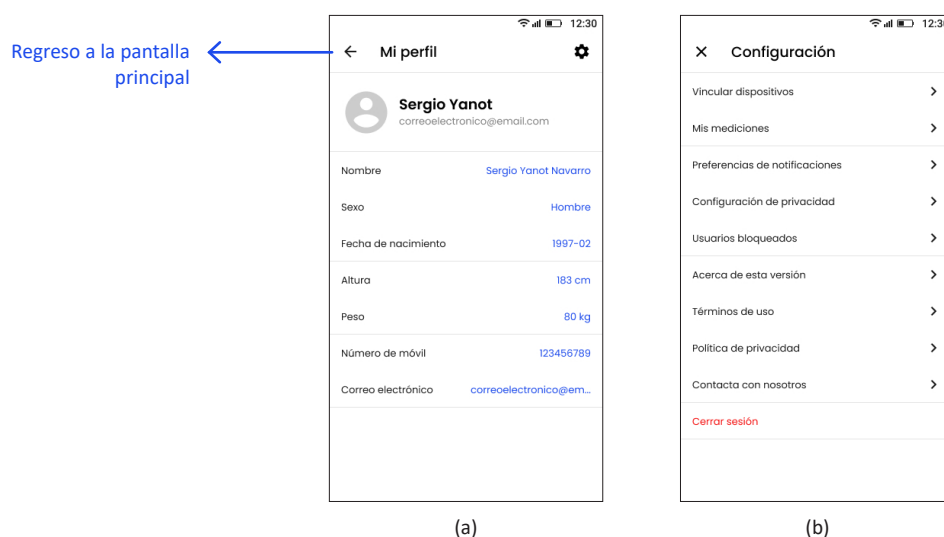


Figura 8. Perfil del paciente: (a) Datos personales y contacto y (b) Configuración de la cuenta y la aplicación.

• Calendario

El calendario permite, tanto al usuario como a los médicos encargados de su seguimiento, añadir y editar eventos para que el paciente cumpla con su tratamiento. Estos eventos pueden ser recordatorios de citas médicas, medicación o relacionados con la actividad física como eventos de la comunidad o paseos con amigos. Desde la pantalla principal del calendario que se muestra en la Figura 9 (a), en la que se pueden ver los meses completos con los eventos futuros y los ya pasados haciendo scroll vertical, se puede acceder a los días pulsando sobre ellos para ver los eventos ordenados cronológicamente (b) y los detalles de cada uno de estos. Desde los detalles de cada evento se pueden editar y eliminar. Desde la pantalla principal o la de eventos, también se puede buscar un evento (c) concreto o añadir (d) uno nuevo completando los cuadros de texto con la información solicitada. Tras añadir cualquier evento o actividad, no solo en el calendario, sale un aviso de que la tarea se ha completado con éxito y desaparece tras unos segundos en pantalla.

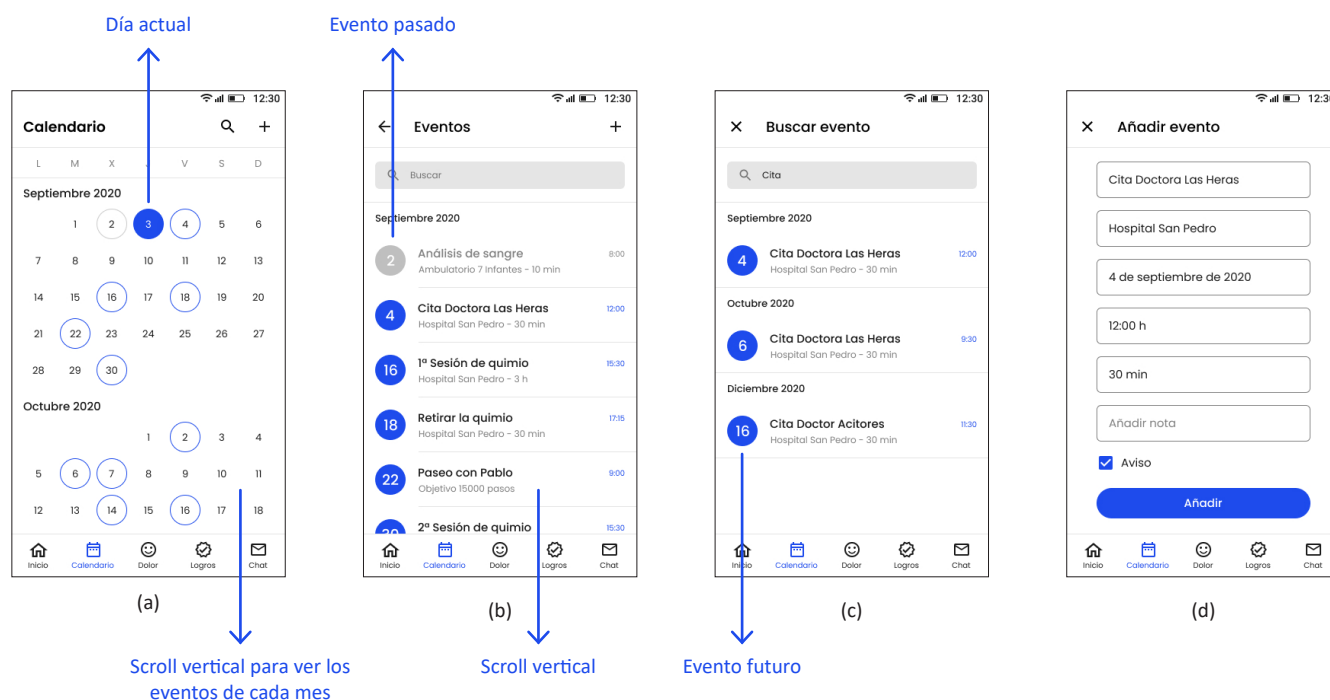


Figura 9. Calendario: (a) Pantalla principal calendario, (b) Eventos ordenados cronológicamente, (c) Buscar evento y (d) Añadir evento.

• Diario del dolor

Para el registro del parámetro subjetivo del dolor y la sensación del paciente, se optó por un diario donde quedan guardados los días en los que se añade un nuevo episodio de dolor. La primera pantalla es un listado ordenado cronológicamente con los días en los que se ha registrado un dolor, donde se puede ver la información mínima de cada uno de ellos, diferenciados por un código de colores según la escala visual analógica (EVA) del dolor, donde verde oscuro es la menor intensidad de dolor y rojo el máximo. Esta se muestra en la Figura 10 (a). En esta misma pantalla es posible buscar cualquier dolor o día concreto en la barra de búsqueda y ver los detalles (b) de cada uno de los registros al pulsar sobre ellos. En este caso, los detalles no son editables ni pueden ser eliminados, ya que se quiere registrar la sensación real del paciente en el propio momento del registro. En caso de error se pueden añadir cuantos dolores se consideren necesarios en un mismo día. Para añadir un dolor hace falta cumplimentar un cuestionario que va apareciendo en 4 pantallas, formado por 7 preguntas que pretenden definir al máximo las características del dolor. El primer factor medido es la localización del dolor (c) por medio de una silueta humana, en la que el usuario puede indicar dónde le duele y que zonas están afectadas. En el segundo paso (d) se mide la intensidad por medio de una escala del 1 al 10, donde 10 es el máximo, y la tipología del dolor según su cronología (duración/temporalidad), pudiendo ser agudo, crónico o irruptivo. En el tercer paso se pide al usuario que describa el carácter del dolor preguntando cómo es ese dolor y qué cree él que ha podido provocarlo, pudiendo elegir entre la actividad física, la alimentación, la postura u otra causa. Por último, se le da la oportunidad al paciente de completar esta información con un comentario para añadir cualquier aspecto que considere necesario que haya quedado sin aclarar o considere escaso después del resto de preguntas, y que evalúe su sensación en ese momento a través de una escala con 6 emoticonos, en la que la cara más triste indica una muy mala sensación y la contenta una soportable bien llevada. Tras completar el cuestionario se muestra un aviso en pantalla que desaparece a los 3 segundos confirmando que el dolor se ha añadido correctamente.

Una correcta evaluación del dolor significa considerar su intensidad, conocer su patogenia, determinar la relación entre el dolor y su enfermedad causal, establecer su influencia en la calidad de vida del paciente y valorar las modificaciones a lo largo del tiempo, con el objetivo final de que el equipo médico aplique un tratamiento eficaz y ajustado a cada paciente.

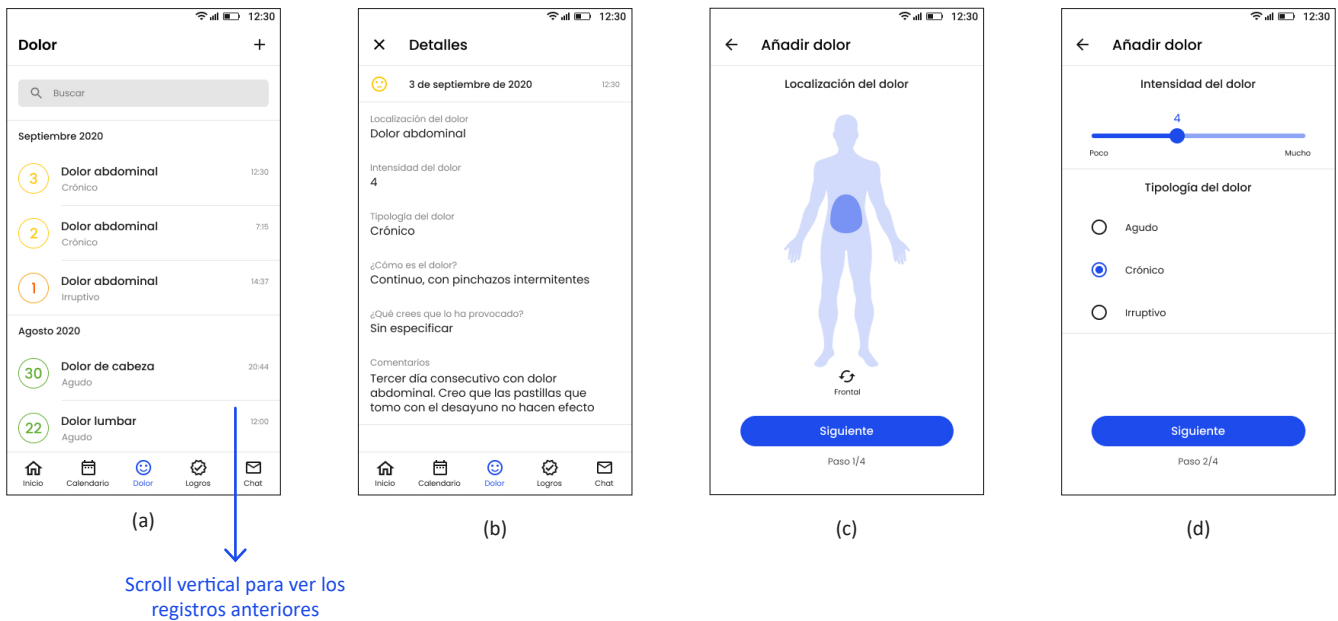


Figura 10. Diario del dolor: (a) Pantalla principal del diario del dolor, (b) Detalles del dolor, (c) Localización del dolor, primer paso del cuestionario y (d) Evaluación de la intensidad y tipología del dolor, segundo paso del cuestionario.

• Logros

Este es el apartado de Tuende en el que se incluye la gamificación, ya que desde esta función principal (a), el usuario puede fijar y añadir sus objetivos diarios (b) para cada uno de los parámetros registrados, conseguir insignias ficticias (c), unirse a retos creados por la comunidad de usuarios y amigos de Tuende y añadir nuevos retos creados por él mismo (d). Las insignias que se pueden conseguir se diferencian entre récords personales, que hacen referencia a los mejores registros diarios de las actividades medidas; victorias, que son las rachas más largas completadas propuestas por la aplicación; la distancia mensual, donde el usuario puede subir de nivel dependiendo de los kilómetros recorridos durante el mes; y los trofeos, que se consiguen superando los retos propuestos por la aplicación o los creados por la comunidad a los que se ha unido el paciente y ha completado. Cada una de las insignias es diferente y el usuario puede ver cuales le quedan por lograr. Esta función se actualizará cada mes con nuevo contenido y otros retos que motiven al usuario a continuar con su estilo de vida saludable.



Figura 11. Logros: (a) Pantalla principal de logros, (b) Fijar y añadir objetivos (c) Ver los logros y (d) Unirse a retos de la comunidad y crear nuevos.

• Chat

Desde el chat de la aplicación, que está vinculado con los contactos del teléfono, el usuario puede comunicarse con sus amigos y tener un contacto directo con el equipo médico encargado de su seguimiento. Desde el chat individual con los médicos puede intercambiar información en forma de texto, audio, imagen u otros documentos como se ve en la Figura 12 (b). El médico puede controlar los mensajes y notificaciones que recibe y realizar videollamadas con el usuario para hacer consultas virtuales, acción que no está disponible para el paciente.

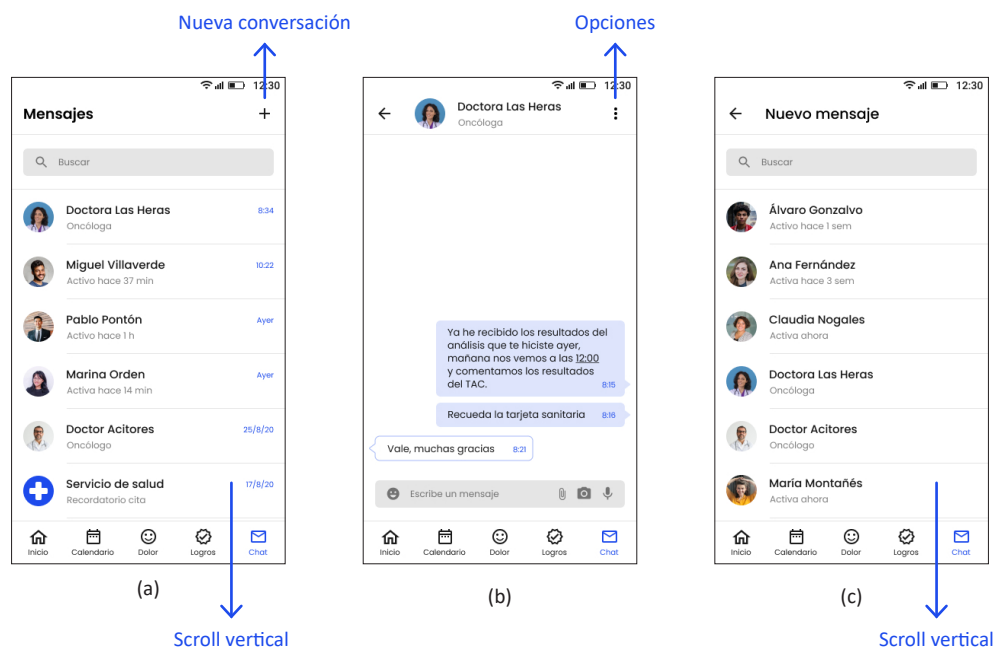


Figura 12. Chat: (a) Listado de conversaciones activas, (b) Conversación individual y (c) Comenzar una nueva conversación.

• Pasos

Pulsando el botón donde aparece la información relativa a la actividad física: número de pasos, distancia recorrida, calorías quemadas y tiempo de actividad, en la pantalla principal de inicio de Tuende, se puede acceder a información más detallada acerca de esos registros. Esta información se representa con un gráfico de barras ordenado cronológicamente, desde el cual se puede comparar con un golpe de vista los datos registrados en las horas del día, cada día de la semana, cada día del mes y cada mes del año, así como las medias de cada uno de esos momentos. Pulsando en el día que se desea consultar, se obtiene información más detallada de ese mismo día, que no puede verse simplemente desde el gráfico, como se muestra en la Figura 13 (b). Desde estas pantallas es posible añadir actividades manualmente en caso de que no hubieran sido registradas por medio de las pulseras deportivas, ya que los datos de pasos almacenados son información registrada por la pulsera a través del acelerómetro que lleva incorporado.

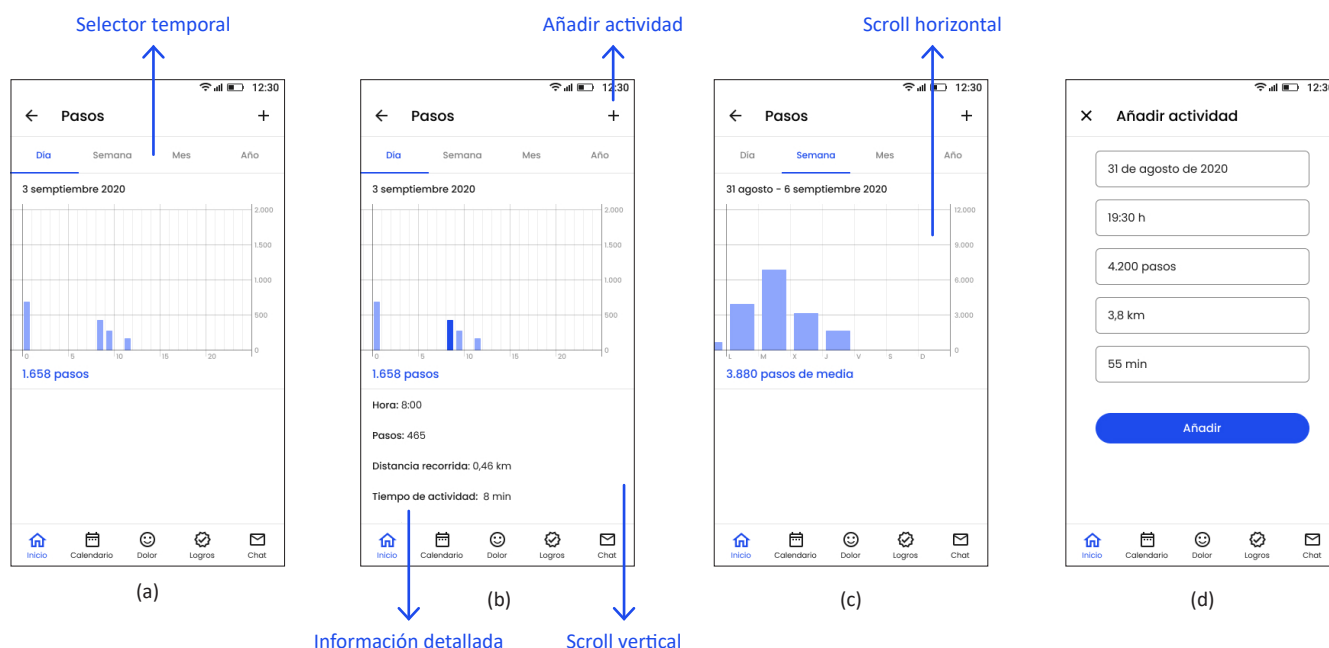


Figura 13. Pasos: (a) Información de pasos según el día, (b) Información detallada, (c) Gráfico semanal y (d) Añadir actividad manualmente.

• Frecuencia cardiaca

Para mantener la unidad de la información mostrada en la aplicación de las funciones al mismo nivel, los registros de la FC captados por la pulsera de actividad también se muestran en gráficos según el espacio temporal que desee visualizar el usuario: día, semana, mes o año. En este caso se ha recurrido a un gráfico de líneas continuo coloreado donde aparecen los registros de la FC mínima y máxima de cada día. Como en el caso de los pasos, se puede seleccionar un momento concreto en el gráfico y ver la información detallada justo debajo.

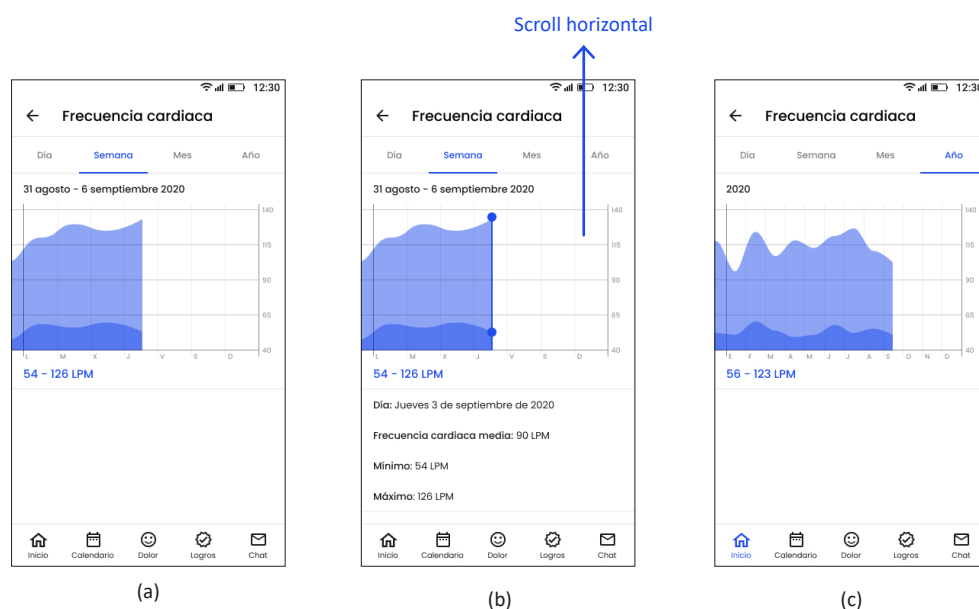


Figura 14. Frecuencia cardiaca: (a) Información de la FC registrada en la semana, (b) Información detallada, (c) Gráfico anual.

• Agua

La medición del agua consumida por el usuario se inserta manualmente en la aplicación. Este dato puede dar una señal de si la hidratación que está llevando el paciente es suficiente y positiva para su tratamiento. En caso de pacientes con patologías renales, el consumo de agua debe ser restringido.

Además de los gráficos de líneas con los datos diarios registrados por horas, días, semanas y meses, se incluye un contador de vasos, donde un vaso equivale a 250 ml de agua, en el que pueden añadirse y quitarse vasos de uno en uno. En esta función sí que es posible añadir manualmente la cantidad de agua consumida, ya que puede que el usuario no dispusiera de la app en el momento en el que bebió agua.

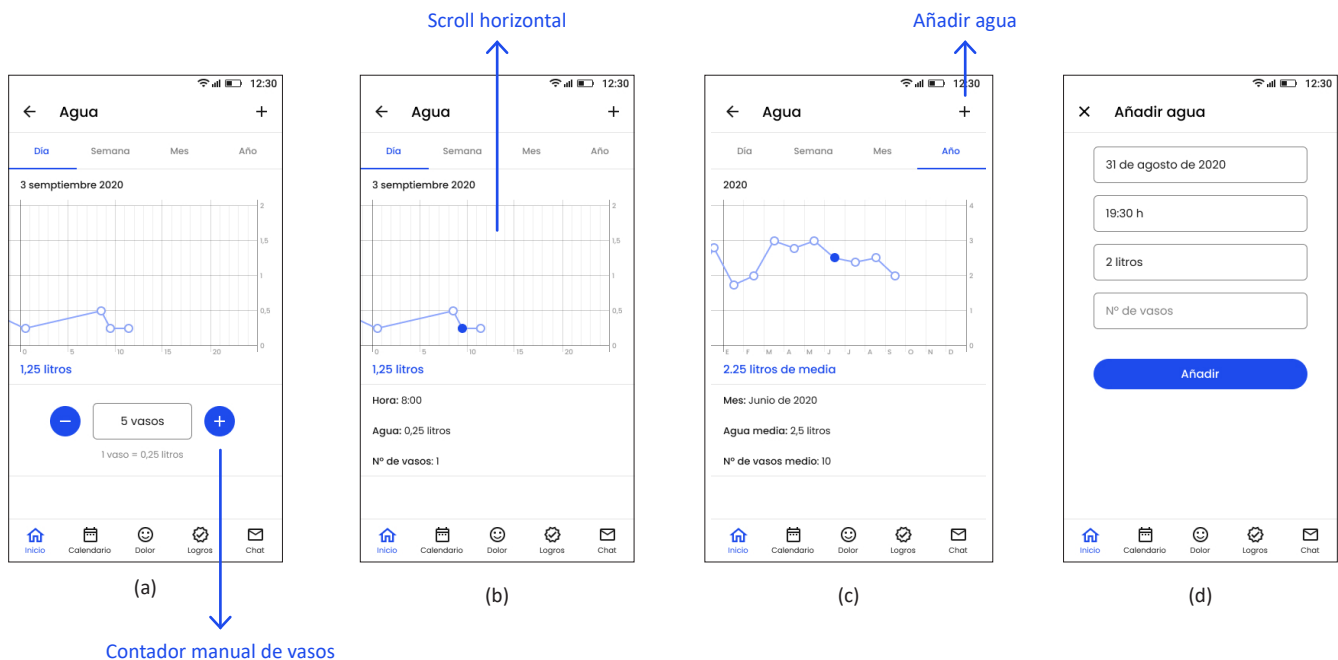


Figura 15. Agua: (a) Agua ingerida durante el día, (b) Información detallada, (c) Gráfico del año con mes en detalle y (d) Añadir agua manualmente.

• Sueño

Para la representación gráfica de los datos del seguimiento del sueño recogidos por la pulsera inteligente, se ha optado por el gráfico de barras y un selector temporal entre semana, mes y año, ya que, en este caso, el almacenamiento de datos por horas no tiene sentido. Al seleccionar un día concreto en el gráfico, se muestra la información detallada del sueño registrado durante ese día, con un nuevo gráfico que incluye el número de horas dormidas divididas entre el sueño profundo, sueño ligero y tiempo despierto. En este apartado no pueden añadirse datos manualmente ya que todos serán registrados por las pulseras de actividad.

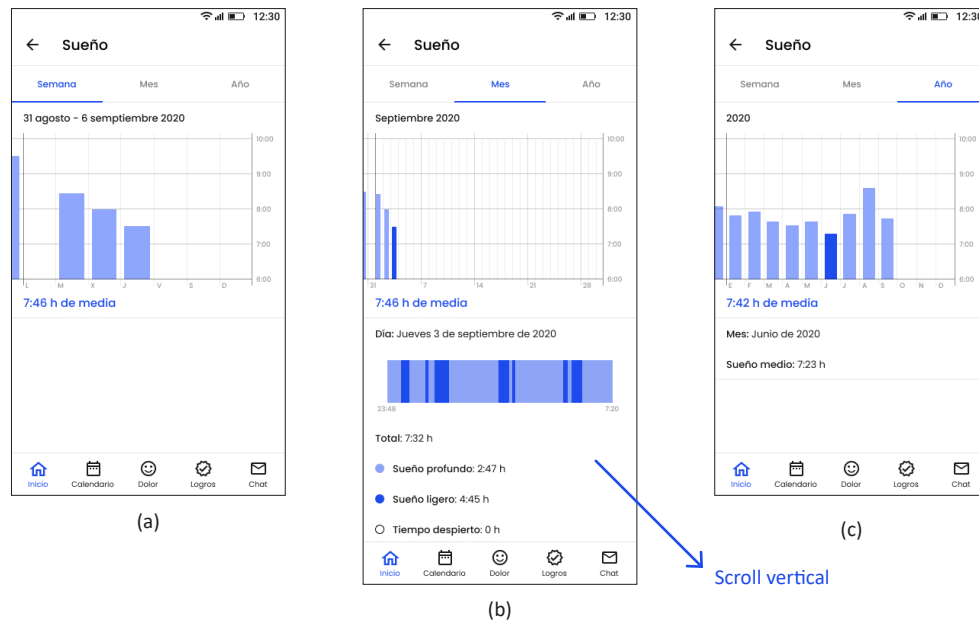


Figura 16. Sueño: (a) Registro semanal del sueño, (b) Información detallada, (c) Gráfico anual con selección en detalle.

• Peso

Desde la medición del peso se accede, como en las funciones expuestas anteriormente, a la visualización de los datos registrados diariamente del peso del paciente. Esta información se muestra en un gráfico de líneas, pudiendo comparar la variación de peso durante el día, la semana, el mes y el año. Al seleccionar un momento concreto, en la vista detallada se muestra también el Índice de Masa Corporal (IMC) del usuario calculado con los datos de su peso y altura. Los datos del peso son registrados manualmente, ya que en el caso de este prototipo no se ha vinculado ninguna báscula inteligente, por lo que se podrán añadir pesos desde cualquiera de las pantallas como se ve en la Figura 17.

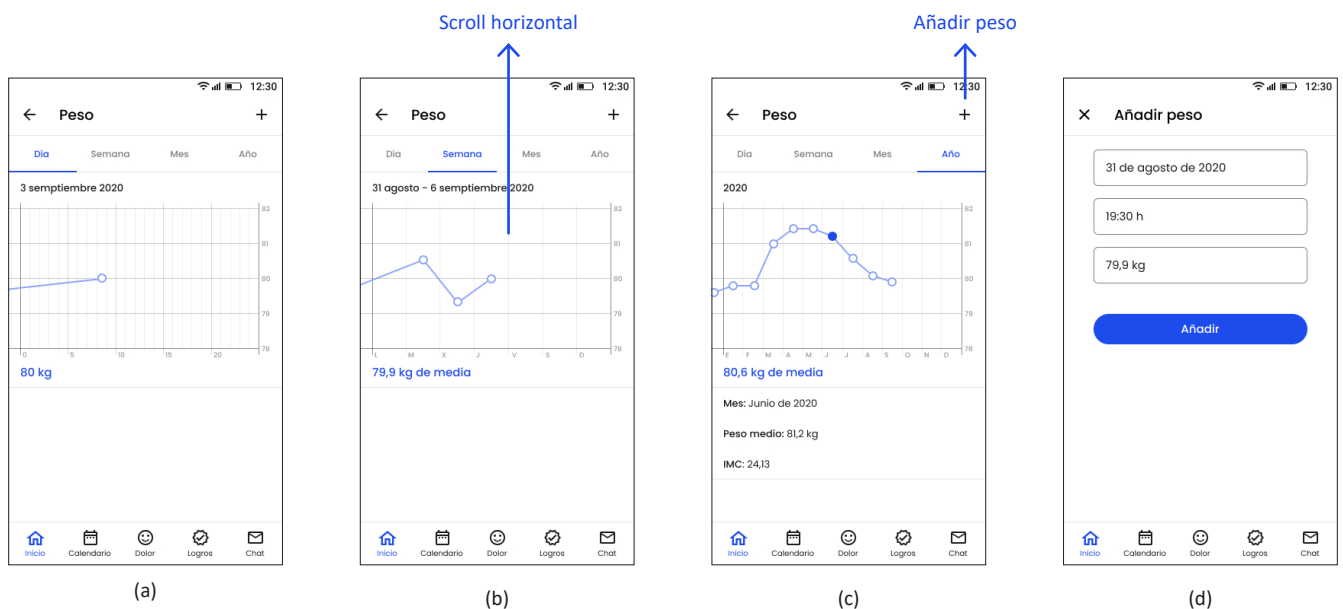


Figura 17. Peso: (a) Peso durante el día, (b) Gráfico semanal, (c) Gráfico del año con mes en detalle y (d) Añadir peso manualmente.

4 Evaluación y validación con usuarios

Como se ha comentado en la metodología del proyecto, durante todo del proceso de diseño se han realizado pequeños tests y pruebas de usuario con prototipos de baja fidelidad que han permitido evaluar cada una de las iteraciones hasta llegar al prototipo final. El proceso que se ha seguido, las herramientas utilizadas y algunos de los resultados más significativos se exponen a continuación.

La primera de las tareas, antes de comenzar con el diseño físico de la aplicación, fue realizar una serie de entrevistas a los stakeholders del proyecto, que, combinadas con los resultados de la investigación online, permitieron definir la primera aproximación a los principales requisitos y funciones de Tuende y comprender y definir las necesidades de los usuarios. El grupo de entrevistados, debido a las dificultades para encontrar participantes, fue limitado, y se componía de 2 pacientes con cáncer, 1 con diabetes, 3 de sus familiares, 1 médico y 1 enfermera, de los cuales 4 eran hombres y 4 mujeres con una media de edad de 48 años. Las entrevistas se realizaron de forma presencial y/o telemática, individualmente e intentando no ser demasiado intrusivas debido a la situación de los entrevistados, sobre todo en el caso de los pacientes. 4 de estos participantes se ofrecieron a continuar participando en el proyecto, por lo que todas las evaluaciones con usuarios se llevaron a cabo con el mismo grupo, excepto el test de usuario final. Algunos de los resultados más interesantes obtenidos de estas entrevistas se resumen a modo de citas a continuación:

- *“Es una gran iniciativa, y por lo que yo conozco, podría llegar a tener una gran aceptación entre los pacientes”* - Paciente crónico.
- *“Puede que nos suponga un trabajo extra al principio. Lo ideal sería poder vincularla a nuestras bases de datos y de algún modo oficializar la app para extenderla a más enfermedades”* - Médico.
- *“Tiene que parecer profesional y ser cercana a la vez, ya que al final también tratamos mucho con nuestros especialistas”* - Paciente crónico.
- *“No me parece tan buena idea, la enfermedad ya está presente en el día a día, no se si estar más pendiente de ella y no tener un rato para olvidarte va a ser positivo”* - Familiar paciente crónico.

Tras definir un esquema inicial de organización de la aplicación se desarrollaron una serie de wireframes a tamaño real y unos prototipos de baja fidelidad de las pantallas y tareas clave para verificar de forma rápida y empírica si las propuestas del diseño lógico y físico funcionaban¹³. Esta prueba se llevó a cabo con un focus group reducido en el que participó la enfermera, 2 de los pacientes y un familiar, donde se les mostraron los avances y probaron los prototipos. Tras la sesión se plasmaron algunos de los principales problemas que había que solucionar de cara a próximas iteraciones relacionados con la apariencia de la aplicación y su usabilidad, como que los textos eran demasiado pequeños y los contrastes de colores muy bajos, que la aplicación de los códigos de color con una asignación propia puede llevar a una interpretación incorrecta y dejó claro que los usuarios no leen, y se guían por experiencias previas. Se detectó también que, como tan solo dos de los usuarios estaban usando actualmente wearables, uno el paciente que se prestó voluntario a llevar la pulsera de actividad Mi Band 3 de Xiaomi al que se le estaba haciendo un seguimiento, y otro que utilizaba un smartwatch de Apple, al haber utilizado alguna vez estos dispositivos y sus aplicaciones, eran mucho más ágiles y entendían mejor la distribución y contenido de la app, ya que al resto de usuarios les costaba más encontrar las relaciones entre elementos y presentaban mayores dificultades en el uso de la aplicación.

En la segunda prueba se mostró una versión más avanzada de la aplicación, con una estética más resuelta y sencilla, similar a la del prototipo final, ya que se había prestado más atención al diseño visual¹⁴ y resuelto los problemas de usabilidad detectados anteriormente. En esta ocasión se realizó un nuevo focus group con los mismos participantes, cuya principal actividad fue acabar de definir por completo la parte de gamificación de Tuende y la información relativa a los datos recogidos con las pulseras de la pantalla principal, ya que el contenido y el resto de funciones quedaron suficientemente definidas. Esta evaluación permitió detectar que la mecánica de gamificación de metas y desafíos, sumada al componente social de comunidad podría generar mayor interés en el público final. También se vio que algunos de los botones de interacción del prototipo eran muy pequeños para ser pulsados en la pantalla táctil del móvil, lo que generaba cierta frustración en los participantes. Además, se decidió que era

¹³ En el Anexo 8.3 se incluye un esquema de organización del contenido de la aplicación resumido, alguno de los wireframes de las pruebas iniciales y las pantallas más representativas de los prototipos de baja fidelidad evaluados.

¹⁴ En el Anexo 8.3.3 se incluye la guía de estilo personalizada utilizada en el diseño de los prototipos de alta fidelidad.

necesario incluir un texto explicativo en los iconos incluidos en el menú de navegación de la barra inferior para facilitar su reconocimiento, ya que el icono del diario del dolor y los logros generaban confusión en un principio.

Para la validación con usuarios del prototipo final se corrigieron los errores y se añadieron transiciones entre las pantallas, procurando dejar la aplicación lo más similar a un producto real, evitando las tareas “sin salida” y secuenciales. Durante la realización de los test de usuarios se contó con una muestra de 5 participantes, 3 hombres y 2 mujeres voluntarios, que no habían visto la aplicación anteriormente, los cuales tenían una media de edad de 51 años. Uno de ellos era un enfermo crónico, otra que ya había superado la enfermedad y una enfermera.

Se realizó un test de forma manual en el que se plantearon 5 tareas a realizar a cada usuario con el objetivo de ver cómo se desenvolvían en el uso de la aplicación y observar sus reacciones. Las tareas evaluadas eran:

- Crear una cuenta por primera vez en Tuende vinculando una pulsera de actividad.
- Consultar el número de pasos dados en junio de 2020.
- Insertar un nuevo dolor abdominal crónico.
- Consultar el número de horas de sueño profundo del jueves 3 de septiembre de 2020.
- Añadir un nuevo reto de actividad.

Para evaluar la facilidad de uso de cada una de las tareas se utilizó un sistema de 2 preguntas por cada una de ellas, basado en el método de Ease of Use (USE) [49], en el que las respuestas se daban a través de un dato numérico entre 1 y 7 (Escala Lickert) donde 1 era muy complicado y 7 muy sencillo. Además de las observaciones y las preguntas, durante la prueba se les permitía a los usuarios dar feedback verbal.

Para evaluar la usabilidad del producto, tras completar todas las tareas, el usuario debía rellenar el Symtem Usability Scale (SUS) [50], un cuestionario compuesto por 10 preguntas con respuestas numéricas según la escala Lickert con un rango de 1 a 5, donde 1 supone estar muy de acuerdo y 5 estar muy desacuerdo.

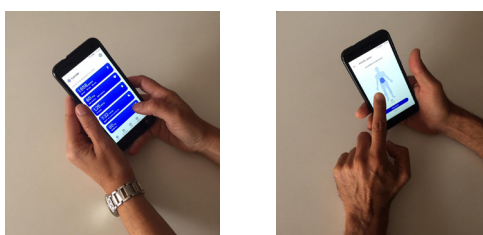


Figura 18. Usuarios utilizando Tuende durante el test de usabilidad.

5 Resultados y discusión

Con respecto a la usabilidad, el resultado promedio de la prueba SUS fue de 72,5 en el rango de 0-100, con una desviación estándar de 3,95. En el caso de la prueba USE el resultado medio fue de 84, con una desviación estándar de 5,1. Estos resultados de los test de usuario indican que los participantes consideran que la aplicación Tuende es fácil de usar, la información es útil y tiene una buena usabilidad. Además, los valores de la desviación estándar indicaron que las respuestas de los participantes fueron consistentes.

Estos resultados indican que la gran mayoría de usuarios objetivo sabrían utilizar la aplicación y realizar las tareas sin necesidad de una persona experimentada. Aun así, se percibió que en el caso de los pacientes de edades más avanzadas, tanto en la aceptación de este seguimiento, como en la usabilidad de la aplicación, podrían encontrarse con dificultades. En este caso se podría optar por el seguimiento convencional o que los familiares o cuidadores del paciente se implicaran en su tratamiento y le enseñaran y gestionaran su aplicación.

Aunque, tanto las opiniones y comentarios subjetivos acerca de la aplicación como los resultados de los cuestionarios sean muy positivos, y que se prevé una gran aceptación de la aplicación, puede que la validez de los resultados de estos test de usuario no sea fiable al cien por cien, ya que, debido a la situación actual provocada por la COVID-19, ha sido complicado encontrar personas dispuestas a colaborar en el estudio, por lo que se ha trabajado con un número de participantes para la muestra que podría no ser representativo o estar sesgado. Al tratarse de un estudio piloto y no una prueba final de producto, esto es asumible, pero para la validación final del producto, cuando esté desarrollado por completo, se recomienda llevar a cabo un análisis descriptivo más exhaustivo con una muestra poblacional más amplia.

El mercado de aplicaciones de mHealth se está viendo afectado positivamente debido a la creciente conciencia sobre el cuidado de las enfermedades crónicas, pero las regulaciones de la Unión Europea con respecto a la seguridad de los datos pueden restringir el crecimiento del mercado [51], ya que todavía existen barreras en torno a la gestión de la información, la interoperabilidad y la integración. Esto puede suponer una limitación de cara al futuro desarrollo de la aplicación, aunque quede fuera de nuestro alcance.

6 Conclusiones y trabajo futuro

6.1 Conclusiones

En este estudio piloto se ha diseñado y testado una aplicación móvil Android de mHealth para el seguimiento integral de pacientes con enfermedades crónicas. Tuende permite la monitorización de este grupo de pacientes a través de los datos recogidos con pulseras de actividad compatibles con la librería de Google Fit y los datos subjetivos de la percepción de la enfermedad aportados por el paciente. Esta característica diferencia a Tuende del resto de aplicaciones del mercado, ya que normalmente se centran en tan solo uno de estos aspectos. Al combinar la información recogida de forma no intrusiva con wearables, junto con la información aportada por el usuario a través de cuestionarios, el paciente toma un papel activo en su cuidado, involucrándose en su tratamiento, lo que posibilita una mejor adaptación de este y por lo tanto una mejora del bienestar y la calidad de vida del paciente. Además de esto, toda esta información tan completa permite a los profesionales sanitarios poder ofrecer una atención personalizada, ajustando los tratamientos según sus necesidades.

Algunos de los factores más relevantes de Tuende es que incorpora la interacción social entre usuarios de la aplicación, que junto con el uso de las mecánicas de gamificación, como ha quedado reflejado tras los tests de usuario, ayudará al paciente a estar motivado en el uso de la plataforma, sin percibir las tareas como una obligación. También es personalizable, ya que el usuario, junto con las recomendaciones de su médico, puede seleccionar qué parámetros desea monitorizar, adaptándose así a sus necesidades.

La crisis sanitaria provocada por el coronavirus ha hecho mucho daño a la detección, seguimiento y curación de enfermedades, provocando el aplazamiento y/o suspensión de consultas, pruebas y tratamientos presenciales debido al riesgo que suponía acudir a los hospitales. Un diagnóstico y tratamiento precoz es la mejor herramienta para el manejo de las enfermedades crónicas. Sistemas de mHealth como Tuende, que ofrece una alternativa innovadora a las consultas tradicionales, podría ayudar a evitar o reducir los problemas generados por estas situaciones, ya que Tuende también facilita la comunicación telemática directa del usuario con el equipo médico a través del chat y videollamadas.

La eHealth está creciendo y evolucionando cada vez más rápido, y situaciones como la vivida con la COVID-19, van a acelerar la implementación de las tecnologías en los sistemas tradicionales de salud, por lo que Tuende se plantea como una herramienta para acercar las nuevas tecnologías en el campo del seguimiento de pacientes a cualquier usuario sin distinción, ya que hace más eficientes y asequibles los servicios de atención médica.

El proceso de diseño centrado en el usuario a través de iteraciones ha permitido desarrollar una plataforma intuitiva y fácil de usar, que aun incluyendo información médica, la hace accesible a cualquier usuario que sepa manejar un dispositivo móvil con cierta soltura. El aspecto cuidado, profesional y cercano del diseño visual de la interfaz, favorecen la aceptación del sistema en el usuario. Además, las pulseras de actividad son wearables económicos, pequeños, fáciles de usar y cómodos de llevar, lo que no generarán grandes molestias en el día a día de los pacientes.

Tras completar con éxito los objetivos del proyecto, se han ampliado los conocimientos en diferentes campos como el diseño, desarrollo y evaluación de interfaces y productos digitales, el diseño gráfico y la aplicación de herramientas y metodologías de investigación y análisis centradas en el usuario desde un contexto social, y otros campos más específicos relacionados con el tema principal del proyecto como el de la mHealth, las enfermedades crónicas y las pulseras de actividad. En resumen y a pesar de las dificultades, se ha logrado cumplir los objetivos y llevar a cabo el proyecto planteado, lo que ha permitido plasmar los conocimientos adquiridos durante el máster, quedando muy satisfecho con los resultados.

6.2 Trabajo futuro

Aunque se trate de un prototipo funcional, no debe usarse para fines de diagnóstico médico ya que no se ha evaluado ni probado por profesionales, es decir, no se garantiza la fiabilidad en los resultados. Por ello, uno de los objetivos futuros del proyecto, para que se trate de una aplicación, además de funcional, también fiable, es que debería evaluarse con un grupo de profesionales de desarrolladores y personal sanitario y testarse en una muestra de usuarios mucho más amplia y durante un periodo de tiempo más largo, para así garantizar su calidad y la adecuación de las tareas y funciones principales.

Otro de los objetivos futuros del proyecto será diseñar una plataforma web para la visualización de los datos por parte de los profesionales sanitarios, con el fin de que puedan analizar la información recogida por Tuende de cada uno de los pacientes de una forma rápida e intuitiva.

Tuende es una aplicación centrada en el seguimiento de enfermedades crónicas, por lo que al dirigirse a un grupo tan diverso de usuarios, puede que quede sin cubrir alguna de las necesidades específicas de los diferentes tipos de enfermedades, ya que cada una de ellas por sí misma es un mundo. Por ejemplo, en el caso concreto del cáncer, cada uno de los tipos tiene factores de riesgo, sintomatología y una patogenia diferentes, además de que en cada paciente no se presenta ni desarrolla del mismo modo, ni le afecta por igual a nivel psicológico. Es por esto que se propone como proyecto futuro el desarrollo de un conjunto de aplicaciones de mHealth más específicas recogidas bajo la misma marca, con el objetivo de satisfacer las necesidades y expectativas de todos los grupos de usuarios implicados y ofrecer apoyo y un asesoramiento centrado en los tratamientos de este tipo de enfermedades, ya sean médicos, pacientes y familiares. Para lograr llevar a cabo esto con éxito y mejorar los servicios de estas aplicaciones de mHealth más específicas, se necesitará desarrollar más investigaciones sobre qué aplicaciones pueden funcionar para quién.

En la actualidad, los dispositivos de IoT generan más datos que cualquier otro tipo de fuente en Internet, y su uso esta aumentando continuamente en el contexto de la atención sanitaria, dado que con IoT se puede recopilar automáticamente big data de usuarios en su entorno doméstico. Sin embargo, los beneficios potenciales de IoT no se han logrado por completo en el campo de la salud, ya que hay más datos de los que es posible almacenar y analizar. Para proyectos futuros, por medio de la integración de los wearables, las apps e IoT para el monitoreo de pacientes, se propone que, aplicando y combinando las técnicas de inteligencia artificial y análisis de big data, puedan detectarse con precisión patrones en los pacientes y predecir posibles patologías, síntomas u otros aspectos relativos a la enfermedad. Para ello, también será necesario investigar acerca de qué parámetros fisiológicos recogidos por los wearables, tras su comparación y análisis, podrían predecir las condiciones de cada enfermedad.

A todo esto se debe añadir la posibilidad de acceder y analizar los datos de la historia clínica de los pacientes, ya que la digitalización de estas bases de datos ya es una realidad, aunque a día de hoy tan solo se use para la consulta de datos y no para el análisis de la epigenética¹⁵ de los pacientes. Esto no es un reto nada sencillo, ya que para lograrlo habría que garantizar en todo momento la seguridad y privacidad de los datos, así como convencer a los profesionales y hospitales de implementar estos sistemas e incluir personal a sus plantillas encargados de la gestión y análisis del big data, pero posibilitaría transformar el dato a evidencia y conocimiento médico.

Otra línea de trabajo futuro podría ser diseñar y desarrollar una pulsera inteligente propia, que incluya los sensores necesarios para poder hacer mediciones más completas y específicas. De este modo podría evitarse la dependencia de Google Fit, aunque estar vinculada con Google Fit es un aspecto positivo, ya que permite complementar la información con otra recogida por otros dispositivos y aplicaciones compatibles. Como se ha podido ver en el análisis de productos del mercado, actualmente esta línea de trabajo no es viable económicamente, ya que no se puede competir con los productos existentes, no solo en capacidad, si no en precio, por lo que es más inteligente adaptar las aplicaciones a las propiedades de cada una de las pulseras comercializadas, a no ser de que se tratara de un dispositivo médico muy específico.

¹⁵ La epigenética es un campo emergente de la ciencia que estudia los cambios hereditarios causados por la activación y desactivación de los genes sin ningún cambio en la secuencia de ADN subyacente del organismo [52]. Fuentes de modificaciones de los genes son los factores ambientales, como la alimentación, el estilo de vida, el comportamiento y el estrés que pueden afectar a la salud de las personas.

7 Bibliografía

1. World Health Organization (WHO). Chronic Diseases. [Sede Web]. Ginebra: World Health Organization (WHO); 2010. Disponible en: http://www.who.int/topics/chronic_diseases/en/
2. INE. (12 de julio de 2020). Instituto Nacional de Estadística. Obtenido de <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t15/p419/a2017/p04/&file=02001.px#!tabs-tabla>
3. Bax, L.; Algra, A.; Willem, P.T.M.; Edlinger, M.; Beutler, J.J.; van der Graaf, Y. Renal function as a risk indicator for cardiovascular events in 3216 patients with manifest arterial disease. *Atherosclerosis* 2008, 200, 184–190.
4. González-Landero, F., García-Magariño, I., Lacuesta, R., y Lloret, J. “Green communications for tracking heart rate with smartbands”. *Sensors* 2018, 18, 2652; doi:10.3390/s18082652
5. D. Raskovic, T. Martin, and E. Jovanov, “Medical monitoring applications for wearable computing”, *Computer Journal*, vol. 47, no. 4, pp. 495–504, 2004.
6. [5] H. Yang, J. Yu, H. Zo, and M. Choi, “User acceptance of wearable devices: an extended perspective of perceived value”, *Telematics and Informatics*, vol. 33, no. 2, pp. 256–269, 2016.
7. S. Horng, P. S. Porter, and K. Samani, “Emergency providers see big potential for Google Glass,” *ED Management*, vol. 26, no. 5, pp. 55–58, 2014.
8. A. Khushhal, S. Nichols, W. Evans et al., “Validity and reliability of the Apple watch for measuring heart rate during exercise”, *Sports Medicine International Open*, vol. 1, no. 6, pp. E206–E211, 2017.
9. Avila, K.; Sanmartin, P.; Jabba, D.; Jimeno, M. Applications Based on Service-Oriented Architecture (SOA) in the Field of Home Healthcare. *Sensors* 2017, 17, 1703.
10. K. Vijayalakshmi, S. Uma, R. Bhuvanya, and A. Suresh, “A demand for wearable devices in healthcare”, *International Journal of Engineering and Technology*, vol. 7, no. 1–7, pp. 1–4, 2018.
11. M. Swan, “Sensor mania! the internet of things, wearable computing, objective metrics, and the quantified self 2.0”, *Journal of Sensor and Actuator Networks*, vol. 1, no. 3, pp. 217–253, 2012.
12. K. H'ansel, N. Wilde, H. Haddadi, and A. Alomainy, “Challenges with current wearable technology in monitoring health data and providing positive behavioural support”, in *Proceedings of the 5th EAI International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare*, pp. 158–161, ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering), London, UK, October 2015.
13. Y.-L. Zheng, X.-R. Ding, C. C. Y. Poon et al., “Unobtrusive sensing and wearable devices for health informatics”, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 61, no. 5, pp. 1538–1554, 2014.
14. A. K. Yetisen, J. L. Martinez-Hurtado, B. Ünal, A. Khademhosseini, and H. Butt, “Wearables in medicine”, *Advanced Materials*, vol. 30, no. 33, article 1706910, 2018.
15. M. Ziefle and W. Wilkowska, “Technology acceptability for medical assistance”, in *Proceedings of 2010 4th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (Pervasive Health)*, pp. 1–9, Munich, Germany, March 2010.
16. J. I. Campbell, I. Aturinda, E. Mwesigwa et al., “The technology acceptance model for resource-limited settings (TAMRLS): a novel framework for mobile health interventions targeted to low-literacy end-users in resource-limited settings”, *AIDS and Behavior*, vol. 21, no. 11, pp. 3129–3140, 2017.
17. P. M. Carrera and A. R. H. Dalton, “Do-it-yourself healthcare: the current landscape, prospects and consequences”, *Maturitas*, vol. 77, no. 1, pp. 37–40, 2014.
18. García-Mariño, I., Sarkar, D. y Lacuesta, R. “Wearable technology and mobile applications for healthcare”. *Hindawi: Mobile information systems*. Article ID 6247094, Volume 2019 (2019), 7-8.
19. Ahmed T, Lucas H, Khan AS, Islam R, Bhuiya A, Iqbal M. eHealth and mHealth initiatives in Bangladesh: A scoping study. *BMC Health Serv Res* 2014;14(1):260.
20. Mendoza G, Levine R, Kibuka T, Okoko L. mHealth Compendium, Volume Four. Arlington, VA: African Strategies for Health, Management Sciences for Health; October 2014.
21. K Chow, C., Ariyarthana, N., Islam, S., Thiagalingam, A. y Redfern, J. “mHealth in cardiovascular health care”. 2016, doi: 10.1016/j.hlc.2016.04.009.
22. Lloret, J.; Parra, L.; Taha, M.; Tomás, J. An architecture and protocol for smart continuous eHealth monitoring using 5G. *Comput. Netw.* 2017, 129, 340–351.
23. Hong YA, Goldberg D, Ory MG, Towne SD, Jr, Forjuoh SN, Kellstedt D, Wang S. Efficacy of a mobile-enabled web app (iCanFit) in promoting physical activity among older cancer survivors: a pilot study. *JMIR Cancer*. 2015;1(1):e7. doi: 10.2196/cancer.4389.
24. Roberts AL, Fisher A, Smith L, Heinrich M, Potts HWW. Digital health behaviour change interventions targeting physical activity and diet in cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *J Cancer Surviv*. 2017;11:704-19.
25. McCarroll ML, Armbruster S, Pohle-Krauza RJ, Lyzen AM, Min S, Nash DW, Roulette GD, Andrews SJ, von Gruenigen VE. Feasibility of a lifestyle intervention for overweight/obese endometrial and breast cancer survivors using an interactive mobile application. *Gynecol Oncol*. 2015;137(3):508–515. doi: 10.1016/j.ygyno.2014.12.025.
26. Middelweerd A, Mollee JS, van der Wal CN, Brug J, te Velde SJ. Apps to promote physical activity among adults: a review and content analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2014;11:97. doi: 10.1186/s12966-014-0097-9.
27. Short C E, Finlay A, Sanders I, Maher C. Development and pilot evaluation of a clinic-based mHealth app referral service to support adult cancer survivors increase their participation in physical activity using publicly available mobile apps. *BMC Health Serv Res*. 2018;18(1):27. doi: 10.1186/s12913-017-2818-7.
28. British Columbia. Chronic Disease Management in B.C. [Sede Web]. Vancouver: British Columbia; 2001. [Fecha de revisión 12 de julio de 2020]. Disponible en: <http://www.health.gov.bc.ca/cdm/cdminbc/index.html>
29. Griffin L, Lee D, Jaisle A, et al. Creating an mHealth app for colorectal cancer screening: user-centered design approach. *JMIR Hum Factors*. 2019;6(2):e12700.
30. Guillén-Gámez, F. y Margoya-Fernández, M. “Empirical Study Based on the Perceptions of Patients and Relatives about the Acceptance of Wearable Devices to Improve Their Health and Prevent Possible Diseases”. *Hindawi: Mobile information systems*, 2019. Article ID

- 4731048, 21-33. <https://doi.org/10.1155/2019/4731048>
31. Elsbernd A, Hjerding M, Visler C, Hjalgrim LL, Niemann CU, Boisen K, Pappot H. Cocreated smartphone app to improve the quality of life of adolescents and young adults with cancer (Kræftværket): protocol for a quantitative and qualitative evaluation. *JMIR Res Protoc*. 2018 May 10;7(5):e10098. doi: 10.2196/10098.
 32. Castensøe-Seidenfaden P, Husted GR, Teilmann G, Hommel E, Olsen BS, Kensing F. Designing a self-management app for young people with type 1 diabetes: methodological challenges, experiences, and recommendations. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2017 Oct 23;5(10):e124. doi: 10.2196/mhealth.8137.
 33. ManagingLife. (1 de julio de 2020). Google Play. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lcs.mmp.lite>
 34. Braithwaite, J. J., Watson, D. G., Jones, R., & Rowe, M. (2013). A guide for analysing electrodermal activity (EDA) & skin conductance responses (SCRs) for psychological experiments. *Psychophysiology*, 49(1), 1017-1034.
 35. R. Lacuesta, L. García, I. García-Magariño and J. Lloret, "System to Recommend the Best Place to Live Based on Wellness State of the User Employing the Heart Rate Variability," in *IEEE Access*, vol. 5, pp. 10594-10604, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2702107.
 36. LLC, Google. (29 de junio de 2020). Google Play. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.fitness&hl=es>
 37. Fitbit, Inc. (29 de junio de 2020). Google Play. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fitbit.FitbitMobile&hl=es>
 38. Anhui Huami Information Technology Co., Ltd. (29 de junio de 2020). Google Play. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.xiaomi.hm.health>
 39. Navarro-Alamán, J., Lacuesta, R., García-Magariño, I. y Gallardo, J. "Close2U: An app for monitoring cancer patients with a gamification system to improve the engagement".
 40. Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011, May). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In *CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems* (pp. 2425-2428). ACM.
 41. Sardi, L., Idri, A., & Fernández-Alemán, J. L. (2017). A systematic review of gamification in e-Health. *Journal of biomedical informatics*, 71, 31-48.
 42. Kawachi, I. (2017). It's all in the game—The uses of gamification to motivate behavior change. *JAMA internal medicine*, 177(11), 1593-1594.
 43. Johnson, D., Deterding, S., Kuhn, K. A., Staneva, A., Stoyanov, S., & Hides, L. (2016). Gamification for health and wellbeing: A systematic review of the literature. *Internet interventions*, 6, 89-106.
 44. Instituto Nacional del Cáncer. (12 de julio de 2020). Instituto Nacional del Cáncer. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/edad#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20la%20edad%20media,para%20el%20c%C3%A1ncer%20de%20pr%C3%B3stata>.
 45. Cugelman, B. (2013). Gamification: what it is and why it matters to digital health behavior change developers. *JMIR serious games*, 1(1), e3.
 46. Google. (2 de agosto de 2020). Material Design. Obtenido de <https://material.io/>
 47. Android. (2 de agosto de 2020). Developers. Obtenido de <https://developer.android.com/?hl=es-419>
 48. Cook, S.; Togni, M.; Schaub, M.C.; Wenaweser, P.; Hess, O.M. High heart rate: A cardiovascular risk factor? *Eur. Heart J.* 2006, 27, 2387–2393.
 49. Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the use questionnaire12. *Usability interface*, 8(2), 3-6.
 50. U.S. General Services Administration. (19 de agosto de 2020). Usability.gov. Obtenido de <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>
 51. Wood, L. (28 de julio de 2020). Business Wire. Obtenido de <https://www.businesswire.com/news/home/20171215005299/en/Mobile-Health-mHealth-App-Market-Industry-Trends>
 52. National Human Genome Research Institute. (24 de agosto de 2020). NIH. Obtenido de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Epigenetica>